الكيمياء الذكية

م / صبحي سليمان



الكيمياء الذكية



الطبعة الأولى: 1432هـ/ 2011م

العنوان: 277 عمارات امتداد رمسيس2 طريق النصر

هاتف وفاكس: 22629499ـ 22629606(00202)

الموقع الإلكتروني

www.dareloloom.com

البريد الإلكتروني

daralaloom@hotmail.con

فهرسة أثناء النشر

سلامة، صبحي سليمان

الكيمياء الذكية/ إعداد صبحي سليمان سلامة. ط1. (القاهرة): دار العلوم للنشر والتوزيع، 2011.

80 صفحة، 0.4 سم

الرقيم الدولي: 0ـ292ـ380ـ977ـ978.

1 . الكيمياء. أ. العنوان

540

رقم الإيداع: 23886/ 2010 التاريخ: 14/ 12/ 2010



الكيمياء الذكية

بقلم

م/ صبحي سليمان



للنشر والتوزيع

2011



مقدمة

الله . . .

هو خالق كل شيء . . .

الله . . .

أمرنا بالعلم وبالتعلم . . .

الله . . .

علم الإنسان ما لم يعلم . . . وأول كلمة أنزلها تعالى على نبيه مُحمد هي اقرأ . . . ومن وقتها ونحن مُطالبون بالبحث عن العلم في شتى بقاع الأرض كي ننقب في الجبال لنستخرج ثرواتها . . ونغوص في أعماق البحار للبحث عن جواهرها ودُرها . . . كُل هذا من أجل فتح آفاق جديدة لنا ولأبنائنا كي نعمر هذا الكوكب الأزرق الصغير الذي نعيش فيه، ولا ندري العجيب والغريب به . . . ومن هنا جاء دور هذا الكتاب كي يُلقي الضوء على العلم الغزير الوفير في شتى بقاع الأرض ولا نعي كل ما فيه؛ فتعال معنا لتصعد لأعالي الجبالْ وتغوص في أعماق البحار؛ تعال لعالم الإثارة والمتعة . . . إنها متعة ما بعدها متعة . . . إنها متعة العلم . . . وبخاصة مُتعة تعلم علم الكيمياء . . . وأخيراً أتمنى أن يستفيد بهذا الكتاب كُل قارئ، وأن يُفيد به الآخرين . . . هدانا الله وإياكم إلى صراطه المستقيم . . . آمين.

مع تحياتي

مهندس/ صبحي سليمان

الكيمياء الذكية

بداية علم الكيمياء...

ما إن نزل الإنسان إلى الأرض حتى بدأ استخدامه للكيمياء دون أن يدري. . . فإنه عندما اصطاد طريدته الأولى وصنع لها النار كي يجعلها طعامًا له بدأ في استخدامه لعلم الكيمياء؛ وما إن أكل لحم طريدته حتى بدأ في استخدام علم الكيمياء؛ وهكذا بدأ علم الكيمياء قديمًا وليدًا في مهده الصغير؛ ومع تطور الإنسان تطور علم الكيمياء حتى أصبح علمًا مُستقلاً لا يُستهان به إذ إنه يعمل علي ارتقاء الشعوب ونمو الحضارات.

وبالطبع في قديم الزمان عندما استخدم الإنسان الكيمياء لم يكن يعلم أنها علم مُستقل بذاته؛ وعندما تعمق الإنسان أكثر في علم الكيمياء اعتقد عدد كبير من البشر أن الكيمياء ما هي إلا طلاسم سوداء لا يستطيع أعتي العُتاة اختراقها؛ على الرغم من أنها أرق العلوم وأسهلها؛ وذلك لأن الإنسان يتعامل معها في حياته اليومية مُنذ استيقاظه من النوم؛ وحتى المساء عندما يذهب إلى النوم؛ فالإنسان عندما يستيقظ من النوم ويبدأ في غسل وجهه بالماء والصابون فإنه يستخدم الماء الذي يُعتبر أكبر مُذيب عضوي في الكون؛ وهذا الماء مع الصابون يعملان علي التخلص من الدهون والقاذورات المُلاصقة لبشرة الإنسان ليجعلاها جميلةً وأكثر صَحية؛ وهكذا سنجدُ كثيراً من هذه التجارب الكيميائية الحياتية التي تحدث في حياتنا اليومية دون أن ندري أننا نستخدم علم الكيمياء.

وقد احتار عدد كبير من العُلماء في أصل كلمة كيمياء؛ ولكنْ عددٌ كبيرٌ منهم اتفق علي أنها كلمة عربية كانت تُعْرَف في عدد من المُدن بلفظ السيمياء؛ وتطورت إلي الكيمياء؛ وهذه الكلمة مأخوذة من (الكَميّ) وهو الشُجاع؛ و(المُتكَمّي) في سلاحه أي المُتغطي المُتستّر بالدرع؛ وسُميت كذلَك لأن الكيميائيون القُدمَاء كانوا يحتفظون بمعلوماتهم سريَة عن الآخرين؛ وَتعنى كمُصطلح: العلم الذى يدرس المادة وتفاعلاتها وعلاقاتها بالطاقة؛ ونظراً لتعدد واختلاف حالات المادة؛ والتي عادة ما تكون في شكل ذرات؛ فالكيميائيون غالبًا ما يقومون بدراسة كيفية تفاعل الذرات لتكوين الجُزيئات وكيفية تفاعل الجُزيئات مع بعضها البعض.

والكيمياء هي علم يدرس عناصر الأرض كلها من حيث التركيب والخواص والبناء، وأيضًا التحولات المُتبادلة فيما بينها (التفاعلات الكيميائية).

باطن الأرض وعلاقته بالكيمياء

مُنذ أن نزل الإنسان علي الأرض كان باطن الأرض هو باعث الحياة ومصدر الرزق والخير واللبنة الأولى في بناء الحضارات التي شكلت تاريخ البشرية، وكان المعين الذي يأخذ منه الإنسان ثرواته، وأساس التطور في مجالات العلم المُختلفة.

ويُعتبر باطن الأرض مخزنًا للعديد من العناصر والمواد الكيميائية المُختلفة، وقد تأثر التاريخ البشري بوجه عام وبصورة مُباشرة بمعرفة الإنسان بخواص المواد المُحيطة به؛ ونظرًا لأن المواد شكلت حضارات الإنسان، فقد حملت مراحل التاريخ أسماء من المواد التي استخدمها الإنسان مثل " العصر الحجري " و"العصر البرونزي" و"العصر الحديدي" .

ولقد بدأ الإنسان حياته على الأرض بأن اتخذ من الأحجار كهوفًا لمسكنه، ثُم أضاف إلى معرفته الأخشاب، فصنع منها مع الأحجار وسائل الصيد والدفاع عن النفس، وبمرور الأجيال عرف الذهب والنُحاس؛ حيث كانا مُتوافرين في قشرة الأرض في صورة نقية ومُتميزين بخصائص تفوق خصائص الأحجار، وجاء بعد ذلك الحديد الذي كان مخلوطًا بعناصرَ أخرى مثل الكوبالت والنيكل التي أكسبته خصائص ميكانيكية عالية ومقدرة فائقة على مقاومة التآكل وتأثير الحرارة.

ويُعتبر تاريخ مصر هو أقدم تاريخ مدون يعرفه العالم، والشواهد والآثار التي تركها المصريون القُدماء تدل على تقدمهم في العديد من العلوم، فمثلاً هرم زوسر (2750ق.م) وهرم خوفو (2600ق م) وكلاهما في الحقبة التاريخية المُسماة بالعصر البرونزي دليلان على بلوغ مستويات عالية في علم خواص المواد (اختيار مادة الحجارة) وعلم الهندسة الإنشائية (شكل وحجم الأحجار وطريقة بناء الهرم) وعلم الميكانيكا (كيفية نقل الأحجار من مكانها الأصلي ثم رصها في بناء الهرم)؛ وتتجلى المعرفة العميقة عند قدماء المصريين في الدهانات والألوان التي استخدموها وما زالت صامدة لا تتغير ألوانها حتى الآن.

وكانت هذه الدهانات مصنوعة من معادن كالنحاس (الأخضر والأزرق) والحديد (للأحمر والأصفر) والمنجنيز (للأسود) واستخدموا هذه الألوان في تزيين المعابد والمقابر التي ما زالت تحتفظ بالبريق واللمعان حتى يومنا هذا، ويرجع السبب في ذلك إلى أن

هذه المعادن لا تتأثر كثيراً بعوامل الزمن ولا تفقد ألوانها بعوامل الجو والمناخ، وهذا هو الفرق بينها وبين دهانات اليوم المصنوعة من موادٍّ عضوية.

اهتم المصريون القدماء بالتنقيب عن المعادن، وكانت أغلب المناجم التي حصلوا منها على الفلزات تقع في الصحراء الشرقية، فكانت توجد مناجم الذهب والنُحاس والرصاص والحديد وكذلك مُختلف الأحجار الكريمة، وحفرت بعض المناجم إلى عمق 250 مترًا، وكان بعضها يتسع لأكثر من 400 عامل في آن واحد، وقد فتحت أغلب المناجم بزاوية تقترب من 45 درجة، وهي أنسب زاوية ميل لدخول المناجم، وهي دليل على تقدمهم في علوم شق السراديب والأنفاق المُتشعبة والمائلة المُمتدة تحت الأرض؛ وعلم رفيع بخواص الصخور والمعادن والتراكيب الجيولوجية المُختلفة.

كما عرف كيميائيو الدولة الإسلامية عمليات كيميائية عديدة مثل التقطير والترشيح والتكليس (الأكسدة) والتبلور والإذابة والتصعيد، وكذلك اهتموا بتحويل الفلزات الرخيصة إلى ذهب وفضة، وأيضًا فصل فلزات كالزرنيخ والخارصين والبزموث والأنتيمون من معادنها، وقاموا بتحضير عدد كبير من المُركبات الكيميائية أهمها زيت الزاج (حامض الكبريتيك) وماء العقد (حامض النيتريك) وحجر جهنم (نترات الفضة) والماء الملكي (ماء الذهب) والأسفيداج (كربونات الرصاص القاعدية) والأسرنج الأحمر (ثاني أكسيد الرصاص) والمرتك الأصفر (أول أكسيد الرصاص) والزاج الأخضر (كبريتات الحديدوز) والزاج الأبيض (كبريتات الخارصين) والسليماني (ثاني كلوريد الزئبق) والزنجفر (كبريتيد الزئبق) والرهج (كبريتيد الزرنيخ) وبياض الزرنيخ (أكسيد الزرنيخ)، ويُعتبر جابر بن حيان هو أول من حضّر هذه المركبات، وله أيضًا العديد من الإسهامات في مجال الكيمياء، حتى إنه ذات يوم كان يُطلق علي الكيمياء (علم جابر)، ولا يُمكن أن نغفل دور ابن سينا، وما قدمه في علم الجيولوجيا وتوضيحه لدور الزمن كعامل أساسي في العمليات الجيولوجية.

وهكذا العلم يتراكم مُنذ بدء الخليقة حتى الآن دائم التطور والتجديد، فلولا أن عرف الإنسان الحجر ما كان له أن يعرف كيف تُصنع الطائرات.

اختراعات كيميائية عظيمة قام بها القدماء

يُحكى أن العالم الكيميائي الرازي كان يعتقد أنه توصل إلي سر الأسرار والحلم الذي راود العُلماء السابقين بتحويل النُحاس إلي ذهب؛ وقد باع فعلاً بعض الذهب الذي صنعه إلى جماعة من خُبراء الذهب الرومان؛ فسافروا به إلي القُسطنطينية؛ وبينما هُم في البحر إذ غرقت المركب بهم؛ ثُم عادوا فاستخرجوا الذهب من قاع البحر فوجدوه قد علاه الصدأ؛ فعادوا إلى الرازي ورفعوا عليه قضية؛ فحكم عليه القاضي برد ثمن الذهب مُضافًا إليه ما تكلفوه في استخراجه من البحر؛ ولكن القاضي برأه من تُهمة الغش حيث شهدوا أنه أخبرهم مُقدمًا أنه صنع هذا الذهب في معمله الكيميائي؛ وأنة كان يظن مُخلصًا أنه معدن جديد له خصائص الذهب؛ وقد طلب عُلماء ذلك العصر من الرازي أن يشرح طريقته في صُنع هذه السبيكة الذهبية للعلم والتاريخ فألف كتابه المعروف (سر الأسرار) الذي شرح فيه كيف توصل لأول مرة في تاريخ العلم إلى تحضير حامض يُذيب الذهب وسماه (الماء الملكي) لأنة يُذيب ملك المعادن وهو الذهب. . . وبهذه الطريقة استطاع أن يحصل علي ذهب خالص؛ ثُم خلط الذهب بالنُحاس وصنع منهما سبيكة جديدة لها خصائص الذهب؛ وبذلك كان أول من اكتشف طريقة صناعة السبائك الذهبية. . . ومن أفضل الاختراعات التي قام بها المُسلمون في هذا المجال هو ما يلي: -

1 - المُسلمون أول من استعملوا الكيمياء في صناعة الدواء؛ فلقد كانت جميع الأدوية المعروفة قبلهم من الأعشاب الطبية؛ فأدخل الرازي لأول مرة استعمال أملاح المعادن كالزئبق والماغنسيوم والحديد والزنك في الدواء والعلاج؛ وصنع منها المراهم والسفوف والبرشام؛ وكان الرازي يُجرب هذه الأدوية على الحيوانات وبخاصة القرود القريبة الشبه بجسم الإنسان؛ وكذلك كان ابن سينا أول من أوصى بتغليف حبوب الدواء بأملاح الذهب أو الفضة وذلك في حالة إذا كان الدواء مُر الطعم أو إذا كان المطلوب عدم ذوبانه في المعدة بل في الأمعاء.

2 - توسع المُسلمون في الصناعات الكيميائية فهم أول من صنعوا الصابون من الصودا؛ وصنعوا منه المُلون والمُعطر والسائل والصُلب؛ والكلمة الأوربية **Savon** أصلها عربي وهو صابون؛ وتذكر بعض المراجع أنهم أول من صنعوا الورق؛ وقد توصل جابر بن حيان إلي صُنع أنواع من الورق يقاوم الحريق ويُستعمل في تغليف

المصاحف ؛ والكُتب القيمة ؛ كما ابتكر قماشًا يُقاوم الماء ؛ كما توصل عباس بن فرناس إلى تقليد البرق في القبة السماوية من اشتعال الماغنسيوم ؛ ففتح الطريق أمام التصوير الليلي . . . كما توصل إلى تقليد الرعد فيها باستعمال البارود ؛ فالمسلمون هُم أول من استعملوا البارود كقوة دافعة في المدافع . . .

3 ـ ورغم أن الكثير من كيميائيي المُسلمين قد صرفوا جُهدهم ووقتهم في مُحاولة تحويل المعادن الرخيصة كالنُحاس والرُصاص إلى ذهب وفضة دون نتيجة فإن هذه الجهود لم تذهب هباءً .

فقد توصلوا عن طريقها إلي الكثير من الاكتشافات والاختراعات التي طورت علم الكيمياء ؛ كما أصبح المُسلمون سادة صناعة الذهب والفضة في عصرهم فبرعوا في صناعة السبائك والعُملات الذهبية والفضية بنسبة دقيقة كانت مضرب الأمثال .

كما أنهم وضعوا القواعد لاكتشاف هذه النسب ؛ واكتشاف غش المعادن النفيسة كلها ؛ وقد قام أحد عُلماء الكيمياء المُعاصرين في أوروبا وهو الدكتور (فلندربتري) بتحليل نقود عربية ذهبية قديمة من مصادر مُختلفة ؛ فوجد أن نسبة السبيكة واحدة فيها جميعًا ؛ ثُم وزن العُملات الثلاثة وهي بنفس القيمة فلم يجد فارقًا في الوزن أكثر من جُزء من ثلاثة آلاف جُزء من الجرام بين العُملة ومثيلتها ؛ ويقول في بحثه الذي نشره : ـ إن هذه دقة في الصنعة تفوق كُل تصور .

4 ـ كذلك ابتكر المُسلمون الكثير من الأصباغ ؛ كما اخترعوا المسلمين عددًا كبيرًا من المواد الكيميائية التي ما زالت تحمل الاسم العربي ؛ ومازالت دُعامة علم الكيمياء ؛ فلقد اخترعوا (الكحول) من التخمير .

واستخرجوا الزيوت الطيارة بالتقطير واكتشفوا الصودا ؛ واستخرجوا السكر من عصير الفاكهة بواسطة عقده علي النار ولا يزال اسمه Sucker ؛ كما استخرجوا الفلزات من المُركبات الكيميائية ؛ وصنعوا السبائك من معادن مُختلفة ؛ وتُعتبر صناعة الصُلب العربي إحدى مُعجزات العلم العربي فكانت السيوف العربية مضرب الأمثال في متانة معدنها وصفائها .

الـذرة وبناؤها



التركيب الذري للأكسجين

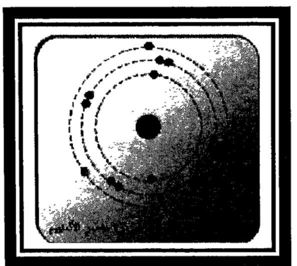
الذرة هـي أصـغر جُـزء في الكـون؛ وقد سُميت باللغة الأجنبيـة Atom أي الجُزء الذي لا يتجزأ؛ وقد كان يُظـن في قديم الزمان أنها أصغر شيء وهي جُزء واحـد لكُـل العناصـر؛ ولكـن جهـود العلـم الحـديث وجهـود العُلمـاء الـتي بُذلت مُنذ القدم وحتى الآن استطاعا أن يصلا إلى تحديد أساسـي جـوهري لبنيـة الذرة؛ ووجدوا أن الذرة بتركيبهـا هـي أقرب ما تكون للنظام الشمسي؛ فهـي تتكون من الناحية المبدئية من ثلاثة أجزاء: في المركز يُوجـد البروتـون؛ وهـو ذو شُـحنة إيجابية؛ ومعه النيترون؛ وهو ذو شُـحنة حياديـة؛ وهُنـاك في المـدارات الخارجيـة تُوجـد الإلكترونات وهي ذات شُحنة سلبية؛ وعدد البروتونات الموجودة في النواة تُساوي عـدد الإلكترونات الموجودة في المدارات الخارجية.

وهكذا تتوازن الذرة من الناحية الكهربائيـة؛ وأمـا وزن الـذرة فهـو يتوقـف بـشكل أساسي على البروتون والنيترون حيـث يـوازي النـيترون مـن ناحيـة الـوزن البروتـون؛ ويُشكل معه الوزن الأساسي للذرة.

ولقد وجد أن وزن البروتـون هـو1.6 × 10 24 جـرام؛ أي أن الجـرام الواحـد مـن الناحية الوزنية يُساوي مليون مليار مليار مرة، أو بكلمة أخرى؛ فإن وزن البروتون هـو جُزء من مليون مليار مليار من الجرام على وجه التقريب؛ والنيترون ذو الشحنة الحياديـة يقترب بالوزن من وزن البروتون؛ ولذا يُشكل مع البروتون كما ذكرنا وزن الذرة.

أما الإلكترون فهو أخف مـن البروتـون بكـثير وإن كـان يُعادلـه مـن ناحيـة الـشُحنة الكهربائية؛ فوزن البروتون يُساوي 1837 مرة وزن الإلكـترون؛ ولـذا فـإن الأخـير ذو وزن صغير جداً إذا قيس بالبروتون؛ وأمـا الـشُحنة الكهربائيـة للإلكـترون أو البروتـون المُتعادلين فهي تُساوي 1.6 × 10 ـ19كولون (وحدة من وحدات الشُحنات الكهربية)؛

وأما من ناحية الأبعاد فالذرة تُشبه شكلاً كرويًّا؛ وقُطرها ضئيل يُعادل الإنجستروم (10ـ 8 سم) أي جُزء من مائة مليون من السنتيمتر؛ ولكن العجيب يكمن في أن قُطر النواة هو من رُتبة 10 ـ 12سم أي أصغر من قُطر الذرة بعشرة آلاف مرة؛ بحيث لو أننا كبرنا على سبيل المثال ذرة الهيدروجين مليار مرة فالذرة تُصبح كُرة يبلغ قُطرها قدمين؛ ولكن الكُتلة الذرية أي النواة ستجتمع (بروتونات ونيترونات) بشكل حبة الرمل في مركز الكُرة؛ والسبب في هذا يعود إلى الفراغ الهائل في تكوين الذرة ما بين البروتونات والإلكترونات؛ وهو كما ذكرنا يُقارب على 10 آلاف مرة؛ وهو في الحقيقة أمر يدعو إلى الدهشة والحيرة في أسرار الذرة وألغازها التي كشف القرن الحالي عنها.



ونضرب مثلاً على ذلك فنقول: لو أن عشرة ملايين ذرة اجتمع بعضها بجانب بعض؛ فإنها تبلغ طولاً قدره مليمتر واحد فقط؛ والغريب هو فيما يُسمى بعدد أفوجادرو أو الذرة الجرامية؛ فما هي يا ترى أعداد الذرات في جرام واحد من الهيدروجين مثلاً؟

يقول العُلماء إنهم توصلوا إلى حساب عدد الذرات الموجودة في جرام واحد من الهيدروجين بطُرق مُتعددة ومُعقدة؛ وكلهم اتفقوا على رقم واحد هو 6.2 × 10 ـ23 أي إذا أردنا أن نُسميه فنقول إن جرامًا واحدًا من الهيدرجين فيه 600 ألف مليار مليار ذرة؛ وهو عدد يجعل الرأس يدور ويعجز عن التخيل والتصديق وبخاصة إذا ضربنا هذا المثل: وهو لو أننا وضعنا هذه الذرات بجانب بعضها بعضًا في خط مُستقيم فكم سيكون طول الخط الذي ستُشكله هذه الذرات من جرام واحد فقط من الهيدرجين؟ وهذا الخط سيكون بطول 400 ضعف عن الطول المُمتد ما بين الشمس والأرض؛ والذي هو 93 مليون ميل؛ وذلك لأن الخط هو 60 مليار من الكيلومترات؛ وهم رقم مُحير فعلاً.

وأما الإلكترونات ذات الشُحنة السلبية، والتي تتوزع في المدارات الخارجية، فهي تدور حول النواة؛ ولكن بأي شكل يا ترى؛ لقد اختلف العُلماء في هذا الصدد ابتداءً

من الذين اكتشفوا المُعطيات الأولى للذرة ومن جُملتهم رذرفورد وبور؛ وأخيرًا هايزنبرج الألماني حيث استطاعوا أن يصلوا إلى تفسير يُعتبر عجيبًا في حد ذاته عن دوران الإلكترون حول البروتون؛ فقالوا إنه لا يُمكننا بالضبط أن نعرف في لحظة مُعينة أين يوجد الإلكترون في دورانه حول البروتون؛ وقد نقول إنه يُحتمل في لحظة ما أن يكون احتمال وجوده أكثر في نُقطة دون أخرى؛ أما تعيين ذلك بالضبط فهو غير مُمكن؛ ولنستمع إلى طرائف من أقوالهم في هذا الصدد وهو مبدأ عدم التأكد.

النواة

مدارات الإلكترونات حول نواة الذرة

ويقول هايزنبرج: إن معلوماتنا في لحظة مُعية عن مكان أي جسم مادي صغير وحركته ليست دقيقة تمامًا؛ أي أن هُنالك شكًا في صحتها يزداد كُلما كان الجسم أصغر؛ وهذا الشك جزء من طبيعة الأشياء؛ ولا علاقة له بتاتًا بخواص الجهاز المُستعمل للفحص أو القياس؛ وبالتالي فإنه لا يُوجد أي واسطة للتخلص منه؛ وهو موجود في جميع القياسات؛ ويُصبح واضحًا ويجب أخذه بعين الاعتبار فقط في حالة الأجسام الصغيرة جدًا[1].

وهكذا يُمكن القول إن الإلكترون لا يتبع مسارًا مُعينًا ومُحددًا في حركته حول النواة؛ بل هو حُر في أن يتحرك في كُل الفراغ المُحيط بالنواة؛ وكل ما نستطيع معرفته هو احتمال[2] وجود الإلكترون في مكان مُعين في لحظة مُعينة؛ ولذلك فإن سلوك الإلكترون يُعين كتابع احتمال باللغة الرياضية.

والعجيب يكمن في سُرعة دوران الإلكترون حول النواة التي لا يُعادلها شيء سوى سُرعة الضوء؛ وهي فعلاً مُحيرة ولا يُمكن تصورها؛ بل يُمكن تعقلها فقط حيث إن سُرعته إن رتبة قطر الذرة كما قلنا هو 10ـ8 سم أي جُزء من مائة مليون من السنتيمتر؛

(1) عن كتاب الكيمياء العامة واللا عضوية للدكتور موفق شخاشيرو.

(2) هذا يُذكرنا بقول الله تعالى: M وَعِندَهُۥ مَفَاتِحُ ٱلْغَيْبِ لَا يَعْلَمُهَآ إِلَّا هُوَ . . . L (الأنعام: 59) حيث عجز العُلماء عن التحديد كما ترى؛ فهو غيب مع أن الأمر في قاعدة بناء الكون.

ولقد وجد أن سُرعة دورانه هي 1 ٪ من سُرعة الضوء؛ والمعلوم أن سُرعة الضوء هي 300 ألف كم في الثانية الواحدة؛ فتكون سُرعة دوران الإلكترون في الثانية الواحدة حول النواة هي ثلاثة آلاف كيلومتر؛ وهو فعلاً رقم مُحير ومُدهش لمن يقف ويتأمل أسرار الكون والحياة؛ حيث يضج كُله بالحياة والحركة في صورة دوران الإلكترون حول النواة؛ ولذا يُمكن تصور الإلكترون كغمامة مشحونة سلبًا تختلف كثافتها من نُقطة لأخرى؛ ولكنها تزداد في المناطق التي يكون وجود الإلكترون فيها أكثر احتمالاً كما ذكرنا.

ولقد وجد أن أبسط ذرة في الكون هي ذرة الهيدروجين؛ لأن النواة تحمل بروتونًا واحدًا؛ والمدار الخارجي منه إلكترون واحد؛ وبتدرّج بناء الذرات بشكل عجيب مُحير؛ حيث يزداد بناء الذرة بروتونًا بروتونًا؛ والمثال على ذلك الهليوم حيث يُوجد في النواة بروتونان؛ ثُم الليثيوم حيث يُوجد ثلاثة بروتونات؛ ثُم البريليوم حيث يوجد أربعة بروتونات؛ ثُم البور خمسة بروتونات؛ ثُم الفحم ستة بروتونات؛ ثُم الأزوت سبعة بروتونات؛ والأكسيجين ثمانية بروتونات؛ والفلور تسعة بروتونات؛ والنيون عشرة بروتونات؛ والصوديوم أحد عشر بروتونًا؛ واثنا عشر بروتونًا؛ وهكذا يتدرج حتى يصل إلى معدن اللانتانيوم حيث له سلسلة خاصة تمتد من رقم 57 ـ 71 أي 57 بروتونًا؛ هذا بإضافة واحد ثُم واحد تدريجيًا حتى نصل إلى معدن له 71 بروتونًا.

نحن نذكر البروتون فقط لأن الوزن لا يتعين فقط كما ذكرنا بالبروتون بل مجموع البروتونات والنيترونات ذات الشحنة الحيادية؛ ثُم يتدرج أيضًا حتى الرقم 89 في الأكتانيوم حيث له سلسلة خاصة تمتد من 89 ـ 100؛ وهذا الترتيب العجيب جعل الكيميائي الروسي مندليف يكتشف الجدول الدوري للعناصر الموجودة في الطبيعة؛ وكانت نُقطة تحول مهمة في فهم العناصر وترتيبها؛ فهي موجودة وَفْقَ قانون وليس تخبطًا عشوائيًا؛ كما دحضنا سابقًا فكرة المصادفة؛ فالذرات لمن يراها يتصور مُهندسًا يُرتب الذرات؛ فيُضيف إلى السابقة بروتونًا جديدًا وعددًا مُعينًا من النيترونات فإذا هو عُنصر جديد له مُواصفات جديدة وخواص جديدة؛ فالهليوم كما ذكرنا فيه اثنان من البروتونات؛ ويأتي بعده الليثيوم وهو عُنصر معدني بينما الأول هو غاز من الغازات الخاملة؛ بينما الليثيوم يُعتبر من المعادن النشيطة فما الذي حدث؟

إن هذا لا يقول عنه العلم شيئًا؛ ثُم نأتي لنرى كيف تلعب النيترونات الدور المُهم في إعطاء الوزن الذري لكُل عُنصر؛ فنحن كما ذكرنا نجد أن وزن الهيدروجين يأتي من

وزن النواة حيث يُوجد فيه بروتون واحد؛ فوزنه الذري واحد والهليوم وزنه الذري 4 وليس 2؛ وذلك لأن فيه بروتونان ونيترونان؛ وأما الليثيوم فوزنه الذري 6 وليس 3 لأن فيه 3 بروتونات؛ و3 نيترونات؛ وأما البريليوم فوزنه الذري 9 لأن فيه 4 بروتونات و5 نيترونات.

والعجيب في هذا التصنيف الدوري الذي اكتشفه مندليف أنه استطاع أن يُحدد عناصر لم تكن مُكتشفة بعد؛ وذلك لأن ترتيب الجدول الذري يجعل هُناك نوعًا من القفزات أو الفجوة ما بين عُنصر وآخر في الوزن الذري وعدد البروتونات؛ مما حدا بمندليف أن يتنبأ بأن هذا القانون يُحتم وجود عناصر جديدة لم تُكتشف بعد؛ وفعلاً اكتشف بعد ذلك عدة عناصر هي الكانديوم والجرمانيوم والفاليوم وتكنتيوم والاستاتين والفرانسيوم والبروميتوم؛ وكان هذا دليلاً كبيراً على الدقة والروعة في بناء الكون وتدرجه وإحكام عناصره.

أورد العالم ستورمر مثالاً ظريفًا لأخذ فكرة مُبسطة عن الذرة؛ وتخيل هذا العالمُ الكونَ الحالي ثُم أراد أن يُكبر الحجم للموجودات مع المُحافظة على النسبة الكائنة بين الأبعاد وذلك لتصور القياس الذري وصعوبة إدراكنا لذلك فقال: لنُكبر الأشياء 100 مرة؛ في البدء يُصبح الرجل كالمارد الجبار؛ فتصل قامته إلى ما يُعادل نصف بُرج إيفل؛ ويُصبح حجم النحل كالحيوانات المُخيفة والشعرة التي سُمكها أقل من المليمتر ستُصبح حبلاً سميكًا؛ ثُم لنتخيل أننا نستطيع تكبير هذا العالم الجديد 100 مرة أيضًا، أي أن العالم الأولي يكون قد كبر 10000 مرة فيُصبح حجم الرجال أعلي من الجبال الشاهقة التي يتراوح ارتفاعها ما بين 15 و20 كيلومتر؛ والنحلة يُصبح حجمها مئات الأمتار؛ وتصل سماكة الشعرة واحد متر؛ كما أن الجراثيم الصغيرة التي لم تكن أبعادها تُذكر في العالم القديم نظراً لصغرها، والتي هي من رُتبة جزء من ألف من المليمتر يُصبح لها بُعد مُسَاو للسنتيمتر الواحد؛ ثُم لنُمدد هذا العالم الحاصل 100 مرة أخرى أي يكون تمدد العالَم الأولي مليون مرة حيث يُصبح قطر الشعرة يُساوي 100 متر؛ وتُصبح الجراثيم كائنات من رُتبة متر واحد؛ غير أن بُعد الذرات لا يزال في هذا العالم الخيالي صغيراً جداً ولا يتجاوز عُشر المليمتر؛ ثُم لنعمل تمديداً أخيراً بحيث إن العالم الأولي يتمدد 100 مليون مرة؛ عندئذ تُصبح سماكة الشعرة تُساوي 10 كيلومتر؛ وتُصبح الجراثيم وحوشًا هائلة حجمها 100 متر؛ وهُنا فقط تُصبح ذرة الهيدروجين واضحة

وحجمها مساويًّا للسنتيمتر الواحد تقريبًا ؛ فتخيل معي عزيزي القارئ كم تبلغ الذرة من الصغر .

تعريف العُنصر

العُنصر هو عبارة عن المادة النقية التي تتكون من نوع واحد من الذرات ؛ ولا يُمكن أن تتحلل إلى مواد أبسط منها كيميائيًّا أو فيزيائيًّا ؛ مثل الحديد والرصاص والنحاس والكبريت والأكسيجين والهيدروجين .

أَلمنيوم Aluminum	AL
كربون Carbon	C
نحاس Cupper	Cu
ذهب Gold	Au
حديد Iron	Fe
رصاص Lead	Pb
هليوم Helium	He
نيتروجين Nitrogen	N
أكسيجين Oxygen	O
برومين Bromine	Br
زئبق Mercury	Hg
هيدروجين Hydrogen	H
صوديوم Sodium	Na
كبريت Sulfur	S

تعريف المُركبات

هي عبارة عن مواد نقية تتكون عندما تتحد ذرات عنصرين أو أكثر مع بعضها؛ ويُعد الماء من أهم المُركبات الكيميائية البسيطة الموجودة في الطبيعة؛ ويتركب من عُنصري الهيدروجين والأكسيجين.

CHI	حمض الهيدروكلوريك Hydrochloric	NH3	الأمونيا Ammonia
HNO3	حمض النيتريك Nitric acid	Ca (OH)2	هيدروكسيد الكالسيوم Calcium hydroxide
NaCI	كلوريد الصوديوم Sodium chioride	CO2	ثاني أكسيد الكربون Carbon dioxide
NaOH	هيدروكسيد الصوديوم Sodium hydroxide	AgNO3	نترات الفضة Silver nitrate
H2SO4	حمض الكبريتيك Sulfuric acid	C2H5OH	الايثانول (الكحول الإيثيلي) Ethanol (ethyl alcohol)
AI(OH)3	هيدروكسيد الألومنيوم Aluminum hydroxide	C6H12O6	الجلوكوز Glucose

كيف كان الكيميائي القديم يتعرف على مُركباته؟

عندما يقوم الكيميائي بتحضير أحد المُركبات الجديدة فإن أول ما يفعله هذا الكيميائي هو تحليل هذا المُركب والتعرف على تركيبه؛ ويتم التعرف اليوم على المُركبات الكيميائية بعدة طُرق أولها دراسة خواصها الفيزيائية مثل اللون والشكل البلوري وقابليتها للذوبان في الماء أو في المُذيبات العضوية؛ ثُم دراسة أطيافها في الأشعة فوق البنفسجية أو الأشعة تحت الحمراء وغيرها؛ ثُم يقوم الكيميائي بعد ذلك بتحليل المُركب الجديد لمعرفة العناصر الداخلة في تركيبه وكميات كُل منها مع دراسة الخواص الكيميائية لهذا المُركب ونوع التفاعلات التي يدخل فيها؛ ولَم تكن كُل هذه الطُرق

معروفة لدى الكيميائيين الأوائل في العصور الأولى لعلم الكيمياء؛ وكانت وسيلتهم المُعترف بها للتعرف على كُل مُركب هي دراسة خواصه الفيزيائية الظاهرة لهم؛ ولكن كثيراً منهم كان يستخدم طريقة غريبة وخطيرة أيضًا للتعرف على المُركبات التي يتعاملون بها؛ وذلك بتذوق المُركب أو المادة بلسانه لمعرفة طعمها المُميز لها؛ ويبدو من ذلك أن أهم أدوات الكيميائي القديم هي الاعتماد على وظائفه الحسية مثل مُشاهدة اللون أو شم الرائحة أو تذوق الطعم؛ وقد انتشرت طريقة تذوق المُركبات فيما مضى إلى حد كبير حتى إن صُناع كثير من المواد كانوا يعتمدون أساسًا على مثل هذه الطُرق للتأكد من نقاء المادة وجودتها.

وأحد الأمثلة الدالة على ذلك أن صُناع البارود كانوا يختبرون مُكوناته بهذه الطريقة للتعرف على جودتها ودرجة صلاحيتها لصناعة هذا البارود؛ والبارود كما نعرف جميعًا صُنع لأول مرة في الصين وهو يتكون أساسًا من خليط من ثلاث مواد وهي نترات البوتاسيوم، والتي تُعرف كذلك باسم ملح البارود؛ ومن الكبريت؛ ومسحوق الفحم؛ وكان الصانع الماهر يختبر ملح البارود بتذوقه بلسانه؛ فإذا وجد أنه مُر الطعم وله مذاق يُشبه مذاق الملح فإنه يُقرر أنه لا يصلح لصُنع البارود؛ أما إذا كان له مذاق لاسع وبه حلاوة إلى حد ما فإنه يُعتبر جيدَ النوع ويصلح لصُنع البارود.

كذلك كان صُناع البارود يختبرون الكبريت بوضع قطعة منه في راحة اليد ويُقربونها من صوان الأذن؛ فإذا سمع لها صوت مثل الطقطقة كان هذا الكبريت من النوع الجيد الذي يصلح لصنع البارود.

وقد بُنى هذا الاختبار على أن الكبريت النقي لا يعد موصلاً جيداً للحرارة؛ وعندما يدفأ في راحة اليد لا تنتقل الحرارة بسهولة بين الأجزاء الداخلية للقطعة فتُصبح بعض أجزائها أدفأ من الأخرى؛ ونظراً لأن الكبريت مادة هشة إلى حد كبير فإنه يتفتت إلى أجزاء صغيرة؛ ويُسمع لهذا التفتت صوت مثل الطقطقة؛ ولا شك أن هذه المُلاحظة كانت تدل على مقدار ذكاء هؤلاء الصُناع؛ فالكبريت المُحتوي على شوائب يُعد موصلاً جيداً للحرارة؛ ولهذا لا يتفتت عند وضع قطعة منه في راحة اليد؛ ولا يُسمع لها صوت مثل الطقطقة.

وهكذا كان اعتماد الكيميائي القديم على حواسه فقط مثل العين أو اللسان أو الأذن؛ ومما يدل على أهمية تذوق المواد الكيميائية باللسان للتعرف عليها أن بعض المواد الكيميائية الشائعة قد أعطيت أسماء تدل على مذاقها؛ ومثال ذلك الجليسرين؛ وهو اسم مُشتق من كلمة لاتينية تعني "الحلو"؛ وكذلك كان البريليوم يُطلق عليه فيما مضى اسم الجلوسينيوم؛ لأن أحد أملاحه كان له مذاق حلو إلى حد ما؛ وحتى كبريتات الصوديوم الموجودة طبيعيًا كانت تُسمى "ميرابيليت" وهي تُعد مُرة الطعم؛ وذلك لأن مذاقها كان يُسبب طعمًا شديد المرارة على اللسان؛ وقد استمرت عملية تذوق المواد الكيميائية للتعرف عليها مُدة طويلة؛ وداوم عليها الكيميائيون حتى عصر النهضة في أوربا خلال القرن الخامس عشر للقرن السابع عشر؛ وحتى إسحق نيوتن العالم البريطاني وصاحب نظرية الجاذبية كان يفعل ذلك؛ ويُقال إنه مات مسمومًا؛ ويبدو أن مُداومته على تذوق المُركبات الكيميائية كان السبب في تعجيل موته بهذا الأسلوب.

ويُقال إنه في عام 1692م مرض مرضًا خطيرًا وفقد شهيته للأكل؛ وأصيب بالأرق وبالفقدان الجزئي للذاكرة؛ ولكن هذا المرض لم يستمر طويلاً؛ وعادت إليه صحته وعاش بعد ذلك نحو ثلاثين سنة؛ ولم يعرف أحد السبب في مرض نيوتن في ذلك الحين؛ وظن البعض أنه ربُما نتج عن مرض نفسي أو صدمة عصبية؛ وقد ظن بعض العُلماء مُنذ سنوات قليلة أن مرض نيوتن رُبما نتج عن التسمم بفلز الزئبق؛ وقد تبين من مُراجعة مُذكراته وبعض المواد التي كان يعمل بها أن هذا الظن قد يكون قريبًا من الحقيقة إلى حد كبير؛ وتبين من المُذكرات التي كتبها عام 1692 م وهي السنة التي مرض فيها أنه كان يعمل ببعض مُركبات الزئبق والأنتيمون وغيرها من المُركبات السامة التي تُشبه أعراض المرض بها نفس الأعراض التي اشتكى منها نيوتن في تلك الفترة؛ وقد ساعدت طُرق التحليل الجديدة على حل بعض المُعضلات المُشابهة فقد كان هُناك اشتباه في أن نابليون قد مات مسمومًا بواسطة الزرنيخ في منفاه في جزيرة سانت هيلانة؛ وعندما عُرِّضَتْ خصلة من شعر نابليون إلى الإشعاع الصادر من مُفاعل نووي؛ تبين أن شعر نابليون يحتوي على نسبة عالية من الزرنيخ؛ وهو ما حقق هذا الاشتباه.

وعندما عُرِّضَتْ خصلة من شعر نيوتن لمثل هذا الاختبار تبين أنها تحتوي على نسبة عالية من الزئبق أعلى من النسبة التي قد توجد طبيعيًا في شعر الإنسان؛ ولا تزيد نسبة الزئبق التي قد توجد طبيعيًا في شعر الإنسان على 0.0005٪؛ ولكنها كانت 0.02٪ في شعر نيوتن؛ وهي نسبة عالية تزيد بنحو 400 ضعف على النسبة الطبيعية؛ وقد قوى

ذلك من الاشتباه في أن يكون نيوتن قد مرض نتيجة تسممه بالزئبق نتيجة لتذوقه المُركبات التي كان يعمل بها .

الصــدأ

الصدأ هو عبارة عن مادة حمراء ضاربة إلى اللون البُني تتشكل على سطح الحديد أو الصُلب عندما يتعرض للهواء الرطب ؛ وعندما يُستخدم المُصطلح بمفرده فإنه يعني صدأ الحديد، والذي يتألف أساسًا من أكسيد الحديد المائي .

ويتكون الصدأ من اتحاد أكسيجين الهواء مع الحديد في عملية تُعرف بالأكسدة ؛ ولا يتسبب الصدأ في تآكل السطوح فحسب ، بل يُضعف الفلز كذلك . ويُؤدي تعرض الفلزات للهواء والرطوبة لفترة طويلة إلى صدأ المسامير وتآكلها . ويصنع الصدأ ثقوبًا في الألواح الحديدية ؛ كما يُمكن استخدام الحديد في تشكيل سبائك بخلطه مع عناصر كيميائية أخرى لصناعة فلزات تُقاوم الصدأ ؛ كما يُطلق عليها الصلب غير القابل للصدأ ؛ أما الحديد والصُلب اللذان لا يُقاومان الصدأ فينبغي حفظهما في حالة جافة أو تغطيتهما بمادة ما مثل الكروم أو أي طلاء يُقاوم عمل الأكسيجين .

طبيعة الصدأ (التآكل)

يتآكل سطح المعدن الموجودة في حالة تفاعل كيميائي أو كهروكيميائي مع الوسط الخارجي ؛ ويُسمى هذا التآكل بالصدأ ؛ ويُسبب الصدأ خسائر جسيمة في الاقتصاد العالمي تُقدر بالمليارات سنويًا ؛ إذ يُدمر كمية ضخمة من المُنشآت والماكينات المعدنية ؛ ولُمقاومة الصدأ يجب معرفة أسبابه والوسائل المُجدية لمُقاومته .

وهناك نوعان من الصدأ هُما كما يلي : ـ

1 ـ الصدأ الكيميائي .

2 ـ الصدأ الكهروكيميائي.

أولاً: الصدأ الكيميائي: ـ

ويحدث بسبب تفاعل المعدن مع الغازات الجافة والسوائل العازلة دون ظهور تيار كهربائي ؛ وذلك مثل تأكسد صمامات العادم بمُحركات الاحتراق الداخلي ومواسير العادم وغرف الاحتراق بالمواقد والوصلات الداخلية الميكانيكية في الأفران والمحركات .

ثانيًا: الصدأ الكهروكيميائي: -

وينشأ نتيجة لظهور التيار الكهربائي نتيجة للتفاعل بين المعدن والإلكترونات المُحيطة به: مثل صدأ حديد الزهر وغيرهما من السبائك في الجو الرطب؛ وفي الماء العذب وماء البحر والأحماض والقلويات والمحاليل الملحية وفي الأرض؛ وتتكون الشبكة البلورية للمعدن من أيونات موجبة الشحنة (كاتيونات) موجودة في أركان الشبكة البلورية والإلكترونات الحُرة المُتحركة في المعدن كُله.

كما يُمكن فصل الكاتيونات عن سطح المعدن وأن تنتقل للوسط المجاور – الإلكتروليت؛ ويسمى فرق الجهد المتكون عند سطح تلامس المعدن مع الإلكتروليت وهو الدال على ميل المعدن للذوبان بالجهد القطبي؛ وتتوقف قيمته أساسًا على تركيب الإلكتروليت.

ويُحدد الجهد القطبي للمعادن تجريبيًّا بمُقارنته بجهد الهيدروجين وهو المُعتبر مساويا للصفر؛ والمعادن تختلف بالجهد القطبي؛ فهناك معادن سالبة الجهد وأخرى موجبة مُقارنةً بقطب الهيدروجيني (الالكترود)؛ والمعادن ذات الجهد الموجب (فوق صفر الهيدروجين) قابليتها للصدأ قليلة؛ والمعادن ذات الجهد السالب (تحت صفر الهيدروجين) تكون أكثر قابلية للصدأ كلما كان جهدها سالبًا.

والمعادن النقية والسبائك الوحيدة الطور تقاوم الصدأ جيدًا؛ أما السبائك التي تتكون بنيتها من عدة أطوار ذات جهود مُختلفة فهي عبارة عن عمود كهربائي متناهي الصغر كثير الأقطاب؛ ولذا فهي سهلة الصدأ؛ وتكون الأجزاء المصنوعة من عدة مواد معدنية مُختلفة الجهود عمودًا كهربائيًا متناهي في الصغر فيُصبح المعدن المُنخفض الجهد مصعدا anode؛ ويتآكل؛ في حين لا يتآكل المعدن ذو الجهد الأعلى لقيامه بدور المهبط cathode؛ فعلى سبيل المثال عند تلامس الحديد مع الزنك (طلاء الحديد بالزنك)؛ يتآكل الزنك (أي هو الذي يحدث له صدأ) أي انه يكون المصعد anode في حين لا يتآكل الحديد لأنه يكون مهبط cathode؛ وفي مثال آخر عند تلامس القصدير مع الحديد (طلاء الحديد بالقصدير) فالحديد يتآكل أي يصدأ؛ ويكون مصعدًا .anode؛ أما القصدير فيُصبح مهبطًا ولا يتآكل. . . ويُمكن أن يكون المعدن إيجابيًّا أو سلبيًّا بالنسبة لتأثير الوسط؛ وتتحدد إيجابية المعدن بتآكله في وسط الصدأ كتآكل الحديد في وسط مُؤكسد عند درجات الحرارة العالية؛ وفي بعض من المعادن مثل الألمونيوم والكروم

عن حصول الأكسدة تتكون طبقة من الأكاسيد تعمل على حماية المعدن من استمرارية التآكل.

تجربة تبين مُسبب الصدأ

ستتعرف من خلال هذه التجربة عن الذي يُسبب الصدأ؛ لذا نحتاج إلى ثلاثة مسامير طويلة؛ وثلاثة أكواب ضيقة؛ وبعض الماء لملء الأكواب؛ وخُذ مسماراً وضعه في الكوب الأول؛ ثُم خُذ مسماراً آخرا ضعه في الكوب الثاني واملأه بالماء بحيث يغمر كُل المسمار؛ ثُم خُذ المسمار الثالث وضعه في الكوب الثالث؛ واسكب فوقه الماء حتى مُستوى نصف المسمار؛ والآن ضع الأكواب خارجًا طيلة الليل؛ ثُم في الصباح راقب ما الذي حصل لها.

في الكوب الأول الذي وضع فيه المسمار وحده ما زال المسمار لامعًا؛ ولا وجود لأي صدأ، وفي الكوب الثاني الذي غُمر فيه كلُّ المسمار في الماء يُمكننا أن نرى أن الصدأ غطى كل المسمار، أما في الكوب الثالث الذي غُمر فيه نصف المسمار بالماء نُلاحظ أن الصدأ غطى نصف المسمار الموجود تحت الماء لكنَ لونه أدكن؛ والصدأ نوع من التفاعل يُدعى "التآكل" فالأوكسيجين يتفاعل مع المعدن المغمور في الماء ويُعطي مادة بُنية اللون تُدعى الصدأ. إذن فهو بحاجة إلى الماء والهواء؛ فالمسمار في الكوب الأول لم يصدأ لأنه ليس هُناك ماء مع وجود الهواء، وصدأ المسمار الثاني كُله لأنه غُمر كُليًا بالماء؛ ولكن ليس هُناك الكثير من الهواء؛ أما في الكوب الثالث فلقد صدأ نصف المسمار بشكل أقوى؛ وذلك لأن نصفه قد غُمر فقط بالماء مما ترك مجالاً للهواء لإتمام التفاعل المطلوب.

الأحبار السرية

تعريف الحبر السري وأقسامه:

الحبر السري هو أي مادة تصلح للكتابة بدون لون أو رائحة عند جفافها؛ كما يُمكن إعادتها للظهور بشكل واضح وبطريقة مُعينة؛ كما يُمكن تقسيم أنواع الأحبار إلى عدة أنواع؛ هي كما يلي:

1 ـ **أحبار الأمونيا**: ـ وهي الأحبار التي إما تحتوى على أمونيا؛ وإما أن مادة الأمونيا هي التي تُظهرها.

2 ـ **أحبار التفاعلات الكيميائية** : ـ وهي الأحبار التي تُظهر الكتابة عند تفاعلها مع مادة أخرى؛ وتُستعمل ككاشف .

3 ـ **الأحبار السرية الجلدية** : ـ وهي الأحبار التي يُمكن كتابتها وكشفها على الجلد .

4 ـ **أحبار الأشعة فوق البنفسجية** : ـ وهي الأحبار التي يُمكن كشفها عند تعرضها للأشعة فوق البنفسجية .

5 ـ **الأحبار الحساسة للحرارة** : ـ وهي الأحبار التي تظهر عند تعرضها لدرجات حرارة مُختلفة .

6 ـ **الأحبار المائية** : ـ وهي الأحبار التي تظهر عند غمرها في الماء .

7 ـ **الأحبار البُخارية** : ـ وهي الأحبار التي تظهر عند تعرضها لأبخرة المواد الأخرى .

8 ـ **الأحبار المتلاشية** : ـ وهي الأحبار التي تختفي بعد مرور زمن مُعين عليها .

9 ـ **الأحبار السامة** : ـ وهي الأحبار التي يُمكن استخدامها في عملية القتل .

10 ـ **الأحبار الحرارية الحارقة** : ـ وهي الأحبار التي يُمكن استخدامها في عملية الحرق .

11 ـ **أحبار الألعاب السحرية** : ـ وهي الأحبار التي يُمكن استخدامها في بعض الحيل والألعاب المُسلية .

الأدوات المُستخدمة في الكتابة

1 ـ **الورق** : ـ

أ ـ يجب أن يكون من النوع الماص الأملس .

ب ـ ألا يكون من النوع الذي يتفاعل معه الحبر .

2 ـ **وسيلة الكتابة** : ـ

قلم حبر فارغ ونظيف؛ ريشة؛ قلم ذو رأس كُرَوي؛ قطعة خشبية مُدببة؛ هذا ويُمكن الكتابة على الحرير والقماش الأبيض أو الأسود؛ وعلى الملابس من الداخل وبطانة الجاكيت؛ كما يتم حفظ مواد الكتابة في أوعية طبيعية (مواد تجميل؛ مواد طبية؛ داخل كبسولات الدواء وغيرها)؛ كما تتم الكتابة بين الأسطر العادية وعلى الهامش وفي الفراغ أعلى الصفحة وأسفلها وعلى الظرف من الداخل وفي الصُحف والمجلات في صفحات وأماكن مُعينة مُتفق عليها .

بعض الطرق العامة لكشف الحبر السري: ـ

1. استعمال أبخرة اليود.

2. التعريض للحرارة بالكي (عن طريق المكواة).

استعمال محاليل كيميائية: ـ

عن طريق ربط قُطنة في قضيب خشبي صغير؛ ويتم غمسها في محاليل كيميائية مُختلفة وتُمرر بشكل قُطري على الرسالة لإظهار أي رد فعل كيميائي في الورقة؛ ولنبدأ الآن في توضيح أقسام الأحبار السرية المُختلفة: ـ

أحبار الأمونيا السرية:

غاز الأمونيا غاز عديم اللون له رائحة نفاذة؛ وهو يذوب في الماء ليُكون هيدروكسيد الأمونيا؛ ودرجة ذوبان هذا الغاز في الماء عالية جداً؛ وللعلم فإن محلول الأمونيا في مُتناول الأيدي وفي الأسواق؛ حيث يُستعمل في صباغة الشعر؛ وفي تنظيف زجاج السيارات؛ وغيرها من الاستخدامات.

1 ـ الحبر السري الأزرق: ـ

يتكون من مياه الأمونيا القوية التي تُستخدم كما هي في الكتابة؛ وعندما تجف يختفي؛ ولإظهار الكتابة نمسحها بقطنة مُبللة بمحلول نترات الكوبالت (2جم في 25 مل من الماء)؛ وسوف تظهر الكتابة باللون الأزرق.

مُلاحظات: ـ

1. هذا الحبر مُتوسط الفاعلية؛ وذلك لأنه لا يظهر بوضوح؛ ويختفي بسرعة؛ وإذا أردت أن تُظهره على الدوام فامسحه بقطنة مُبللة بمحلول كربونات الصوديوم 16٪.

2. الأفضل أن تكتب بنترات الكوبلت؛ وتظهر الكتابة عندما تمسحها بقُطنة مُبللة بالأمونيا مرة واحدة؛ وفي اتجاه واحد؛ وتظهر الكتابة في هذه الحالة بلون بُرتقالي.

2ـ الحبر السري الصيني الأحمر: ـ

يتكون من جُزء (وزن) من كُلٍ من فينول فيثالين والجلسرين والكحول الإثيلي ورابع كلوريد الكربون؛ وعندما يجف سَيختفي؛ وعند مسحه بقطنة مُبللة بمحلول الأمونيا يظهر بلونٍ أحمر قاتم؛ ولإظهاره على الدوام (وهذه قاعدة عامة بالنسبة لأحبار الأمونيا) يُمسح بواسطة قطنة مُبللة بمحلول كربونات الصوديوم.

ملحوظة: ـ

هذا الحبر يُعتبر من الأحبار المُمتازة في أحبار الأمونيا حيث إنه عند كتابته لا يظهر؛ وعند كشفه يكون واضحًا؛ ولكن يجب غلق زجاجته المحفوظ فيها جيدًا حيث إنه يتطاير.

3ـ الحبر السري التركي الأسود: ـ

يتكون من ثمانين جرام من كبريتات الحديدوز في لتر من الماء المقطرة (يُمكن استخدام الماء العادي عند عدم وجود الماء المقطر؛ وهذه أيضًا قاعدة عامة)؛ أضف بضع قطرات من حمض الكبريتيك المُركز؛ وعندما يجف الحبر سيختفى؛ وعندما يُعامل بالأمونيا يظهر بلون أسود فاتح (أو بُني فاتح).

ملاحظات: ـ

1. يُعد هذا الحبر أيضًا من الأحبار الجيدة؛ كما يُمكن إظهاره بلون أزرق؛ ولا يختفي بواسطة محلول من حديد وسيانيد البوتاسيوم (2جم في 25 مل من الماء؛ وهذه قاعدة عامة عند ذكر كلمة محلول في الحبر السري).
2. يُمكن الكتابة بواسطة محلول كربونات الصوديوم 16٪ وتظهر بالحبر التركي بلون مائل إلى البُرتقالي ولا يختفى؛ والعكس أفضل بلون مائل إلى الأسود الفاتح.

4ـ الحبر السري الأحمر الدموي (الألماني): ـ

يتركب هذا الحبر بإذابة 350 مل من الأستون في 640 مل من الماء المُقطر زائد 4 جم من هيدروكسيد الصوديوم؛ هذا بالإضافة 4 جم من الفينول فيثالين؛ وعند الجفاف يختفي الحبر ويظهر بلون أحمر دموي عند مُعاملته بالأمونيا.

ملاحظات:-

1 ـ بعد الكتابة بهذا الحبر تظهر بعض الحروف ولا تختفي عند ذلك؛ امسحه بقطنة مُبللة بالامونيا؛ فسيظهر بوضوح؛ ثُم يختفي تمامًا عند الجفاف.

2 ـ يُمكن الكتابة بمحلول كربونات الصوديوم؛ ونمسح بالحبر فيظهر أيضًا ولا يختفي.

3 ـ عمومًا فإن هذا الحبر يُعد من الأحبار المُمتازة للأمونيا.

5ـ الحبر السري الإسرائيلي الأزرق الفاتح رقم (1):-

يتكون هذا الحبر من إذابة 8 جرام من كبريتات النحاس في 472 مل من الماء المقطر مع وضع قليل من الصمغ أو السُكر ليجعل الحبر له قوام؛ وعندما يجف الحبر يختفي؛ وعند مُعاملته مع محلول الأمونيا يظهر بلون أزرق فاتح.

ملاحظات:-

1. لابد أن يجف الحبر (وهذه قاعدة عامة) قبل أن يُعامل مع الأمونيا.

2. يُمكن إظهار الحبر بوضوح عند تعرضه لغاز الأمونيا من أسفل الورقة تحت الكتابة.

6ـ الحبر السري الإسرائيلي الأزرق الفاتح رقم (2):-

يتكون من إذابة 124 جم من كبريتات النحاس في لتر من الماء المُقطر المُضاف إليه 8 نقط من حمض الكبريتيك المُركز؛ وعندما يجف الحبر يختفي؛ كما يُمكن إظهاره عند مُعاملته مع الأمونيا بلون أزرق فاتح؛ ثُم يختفي عند الجفاف.

ملاحظات:-

1 ـ عند تعريض الورقة من أسفل لغاز الأمونيا تحت الكتابة يظهر الحبر بشكل واضح؛ ولا يختفي بسرعة؛ ويُعد هذا الحبر من الأحبار الجيدة للأمونيا.

2 ـ عند الكتابة بمحلول من حديد وسيانيد البوتاسيوم؛ ثُم تظهر الكتابة بالحبر الإسرائيلي تظهر الكتابة بلون بني واضح ويبقى ولا يختفي.

7ـ الحبر السري الأخضر الغامق:-

لعمل هذا الحبر نُذيب 73 جم من نترات الكوبالت في 4 لتر من الماء المقطر؛ وكاشف هذا الحبر سيكون محلولاً مُركزًا من الأمونيا؛ وستظهر الكتابة باللون الأخضر الغامق.

ملحوظة: ـ

يُمكن تعريض الورقة من أسفل لغاز الأمونيا فتظهر الكتابة بشكل واضح.

كيف تكتب رسالة بالحبر السري

كي تصنع رسالة خاصة بك وبصديقك بالحبر السري اتبع الآتي:

أحضر كمية مناسبة من عصير الليمون (أو الخل) وضعها في كوب صغير؛ ثُم استخدم خلالة الأسنان؛ أو عود ثقاب مبري كالقلم لكتابة رسالتك؛ ثُم أُكتب على ورقة بيضاء ما تُريد دون أن تضغط بسلاكة الأسنان على الورقة أكثر من اللازم؛ وذلك كي لا تخدشها أو تترك أثراً يُمكن قراءته دون أن تظهر الكتابة؛ ثُم انتظر بعض الوقت حتى يجف السائل المُستخدم؛ وستجد أن رسالتك قد اختفت ولا يُمكن رؤيتها؛ ولكي تستعيد رسالتك السرية ويستطيع صديقك قراءتها؛ اجعله يُعرضها للهب شمعة أو مكواة ساخنة جداً حتى تعود الكتابة للظهور ورؤية مُحتوي الرسالة.

تفسير ذلك: ـ

لكل مادة درجة احتراق خاصة بها، فبعض المواد تحترق عند درجات حرارة ضعيفة؛ والبعض الآخر يحترق عند درجات حرارة مُرتفعة، والسوائل كاللبن والخل وعصير الليمون يكون احتراقها أسرع من احتراق الورق؛ وبهذا تظهر الكتابة عند تسخينها على هيئة حرقٍ بُني خفيف يُمكن قراءته بسهولة.

احتياطات أمان عند تخزين وحفظ المواد الكيميائية

لا تحفظ الكيماويات التالية قريبًا من بعضها: ـ

1 ـ حمض النيتريك؛ مع الجلسرين.

2 ـ كلوريد البوتاسيوم؛ مع المُركبات العضوية.

3 ـ الصوديوم والبوتاسيوم مع المحاليل المائية.

كيف يتم حفظ المواد القابلة للاحتراق والمواد الخطرة؟

1 ـ تُحفظ المواد القابلة للاحتراق في دولاب معدني .

2 ـ المواد المُتطايرة سريعة الاشتعال تُحفظ في مكان رطب بعيداً عن ضوء الشمس ؛ ومصادر الحرارة في صناديق خشبية مُبطنة بالزنك .

3 ـ السموم تُحفظ في دولاب معدني خاص بها مكتوب عليه (سموم) بخط واضح ؛ ويُراعى العناية التامة في استعمالها .

كيف يتم حفظ الأحماض والقلويات المركزة؟

1 ـ يجب أن تُحفظ الأحماض المُركزة في زُجاجات مُحكمة الغلق في حُجرة صغيرة مفروشة بالرمل ؛ ويُستحسن أن تكون الغُرفة مُنفصلة عن المبنى الرئيسي .

2 ـ تُحفظ الصودا الكاوية والبوتاسا الكاوية في زُجاجات بُنية اللون ؛ وذلك لأنها تتأثر بالضوء وتتحلل إلى أكاسيد نيتروجينية قابلة للانفجار .

3 ـ يجب أن يُوضع في أجزاء مستودع الأحماض المُركزة مادة ماصة للرطوبة .

4 ـ تُحفظ الأمونيا في مكان رطب بعيداً عن الأحماض .

5 ـ حمض الهيدروفلوريك يُحفظ في عبوات من البلاستيك ؛ وذلك لأنه يُسبب تآكل للزجاج .

6 ـ يُكتب بخط واضح وكبير على الدولاب الذي يُحفظ فيه الصوديوم والبوتاسيوم والكالسيوم وكربيد الكالسيوم التحذير الآتي : (لا تستخدم الماء في حالة نشوب حريق) .

7 ـ يُحفظ الصوديوم والبوتاسيوم والكالسيوم تحت الكيروسين وبعيداً عن مسار أشعة الشمس .

8 ـ لا تحفظ الصوديوم والكالسيوم والبوتاسيوم وكربيد الكالسيوم فوق آنية بها محاليل مائية ؛ أو آنية تحوي علي ماء .

9 ـ الفوسفور الأصفر يُحفظ تحت الماء ؛ وفي إناء مُزدوج أحدهما على الأقل من المعدن ؛ والكميات المُعدة للاستخدام من الفوسفور تُوضع في قنينات مملوءة بالماء ؛ وتُختم أغطيتها بالشمع الأحمر ؛ وتُوضع في مكان بعيد عن حرارة الشمس .

10 ـ الصوديوم والبوتاسيوم سريع الاشتعال بارتفاع درجة الحرارة ؛ أو عند مُلامسة الهواء ؛ لذا يجب حفظهما تحت الكيروسين وعند التعامل معهما يجب مُراعاة ما يلي : ـ

1 ـ لا تلمس الفلز القابل للاشتعال باليد مُطلقًا ؛ وذلك لأن حرارة اليد كافية لاشتعاله مما يُسبب حروقًا مُؤلمة ؛ كما يجب تناول الصوديوم والبوتاسيوم بواسطة ملقاط .

2 ـ لا تقطع الفلز القابل للاشتعال بنفس السكين التي قطع بها فلز سابق قابل للاشتعال مثل الفوسفور الأبيض مثلاً .

3 ـ عدم استخدام حمام مائي في تسخين فلز قابل للاشتعال ؛ ولا يُحفظ تحت الماء مثل الصوديوم والبوتاسيوم اللذاين يتفاعلان مع الماء ؛ ويُحفظان في الكيروسين .

4 ـ قُم بتقطيع الصوديوم والبوتاسيوم تحت الكيروسين .

5 ـ تُجفف الأيادي تمامًا قبل التعامل مع الصوديوم أو البوتاسيوم .

6 ـ عند سقوط قطعة من الصوديوم على المنضدة قُم بتغطيتها بسرعة بنقطة أو أكثر من الكيروسين .

7 ـ الصوديوم والبوتاسيوم يتفاعلان بشدة مع الأحماض ؛ لذا يجب الحذر من أن نقترب منها .

8 ـ لا يُستخدم الصوديوم النقي في التجارب .

9 ـ لا تُلقي الصوديوم في الماء عند إجراء تجربة تفاعل الصوديوم مع الماء ؛ ولكن ضع قطعة الصوديوم داخل شبكة من السلك قبل وضعها في الماء .

10 ـ اللافلزات القابلة للاشتعال كالفوسفور الأصفر يشتعل إذا تُرك في الهواء ؛ ويُحفظ تحت الماء . . . ويتم التعامل مع الفسفور الأصفر كما يلي : ـ

أ- لا تلمسه باليد مُطلقًا ؛ واستخدام الملقاط.

ب - لا يتم تقطيع اللافلز القابل للاشتعال بنفس السكين التي قُطع بها فلز قابل للاشتعال .

ج- تقطيع الفوسفور يتم تحت الماء .

د- يجب عدم تقطيعه في الهواء لأن حرارة الاحتكاك تكون كافية لإشعاله .

هـ - عند سقوط قطعة من الفوسفور على الطاولة قُم بتغطيتها بقطرات من الماء فوراً .

و- يتفاعل الفوسفور مع الصودا الكاوية ؛ وينتج غاز الفوسفين الذي يشتعل في الهواء وينتج عنه أبخرة سامة ؛ لذا تُجرى هذه التجربة في خزانة الغازات السامة .

احتياطيات الأمان عند التعامل مع المحاليل والسوائل الكيميائية

أولاً: - تسخين المحاليل أو السوائل: -

أ- التسخين في أنبوبة اختبار: -

يجب ألا تكون الأنبوبة مُمتلئة بالسائل أو بالمحلول ؛ ويكفي ثُلث ارتفاع الأنبوبة .

امسك الأنبوبة بماسك الأنابيب .

يجب أن تكون فوهة الأنبوبة في اتجاه بعيداً عن جسمك .

لا تُركز التسخين باللهب على الجزء السفلي للأنبوبة .

يكون التسخين من أعلى السائل إلى أسفله مع تحريك الأنبوبة باستمرار علي اللهب .

ب- التسخين في كأس أو دورق: -

جفف السطح الخارجي للكأس أو الدورق جيدًا .

ضع الكأس أو الدورق على شبكة معدنية فوق حامل الموقد قبل إشعاله .

تقليب السائل أو المحلول يتم بساق زجاجية .

لا تُقرب وجهك للنظر مُباشرة في الكأس .

ج ـ تبخير سائل أو محلول في جفنة: ـ

لا تملأ الجفنة بالسائل؛ بل يكفي نصف حجمها؛ ولا تضع الجفنة على اللهب مباشرة؛ وإنما تُوضع فوق حمام رملي.

قلب السائل بقضيب زجاجي لتنظيم عملية الغليان.

في حالة احتمال تصاعد أبخرة سامة يجب أن تُجري التجربة في خزانة الغازات السامة.

د ـ عند استخدام الزئبق: ـ

يُحذر من استخدام الزئبق في التجارب وكُلما أمكن استبدله بغيره لأن أبخرة الزئبق سامة جداً.

إذا تناثر الزئبق فوق طاولة العمل أو على أرضية المُختبر فسارع لجمعها وذلك بواسطة قطعة قطن مُبللة بحامض نيتريك مُخفف بحيث تُمرر بين قطرات الزئبق حتى تتجمع حولها ثُم تُصب في زُجاجة حفظ الزئبق.

لا تترك آنية حفظ الزئبق بدون غطاء.

هـ ـ التعامل مع السوائل الطيارة سريعة الإشعال: ـ

تأكد من عدم وجود لهب مباشرة داخل المُختبر أو على منضدة العمل عند استعمال السوائل التالية: ـ

1 ـ الإثير؛ ثُنائي كبريتيد الكربون؛ والبنزين؛ والكحول؛ كما لا يُشعل لهب بالمُختبر قبل تهويته بعد استخدامها.

2 ـ عند استخدام هذه السوائل افتح النوافذ وشغل المراوح حتى تتوفر تهويه جيدة.

3 ـ يجب تبريد زجاجات حفظ السوائل الطيارة بفوطة مُبللة بالماء قبل فتحها داخل خزانة الغازات السامة.

4 ـ ينبغي عدم ترك الأواني التي تحوي تلك السوائل دون غطاء.

5 ـ لا تستخدم اللهب المُباشر في تسخين السوائل الطيارة؛ فالتسخين يكون بواسطة حمام مائي داخل خزانة الغازات السامة.

جميع التجارب التي تُستخدم فيها السوائل الطيارة سريعة الاشتعال تجرى داخل خزانة الغازات.

لتنظيم عملية التسخين ضع قطعة من الخزف أو الزجاج في دورق التسخين.

لا تستنشق أبخرة السوائل التالية: ـ

1 ـ عند اشتعال أحد تلك السوائل الطيارة سريعة الاشتعال في كأس بلوح من الإسبستسوس.

2 ـ احذر من انسكاب تلك السوائل على الجلد: ـ

احتياطيات الأمان عند التعامل مع الغازات: ـ

أولاً: ـ عند تحضير الغازات: ـ

1 ـ تأكد من عدم وجود انسداد في أنابيب توصيل الغاز؛ وبخاصة الأنابيب الزجاجية التي على شكل زاوية قائمة؛ وذلك لأنها عُرضه لحدوث انسداد أثناء ثنيها على اللهب؛ كما يمنع وجود هذه الانسدادات السريان الحُر للغاز إلى حيث يتم تجميعه؛ ويتجمع في دورق التحضير ويتزايد ضغطة وقد يُسبب انفجار دورق التحضير.

2 ـ انفصال سدادة المطاط التي تسد الدورق.

3 ـ في أجهزة التحضير التي تكون فيها السدادة التي تسد الدورق لها ثقبان فالضغط المتولد يُسبب ارتفاع السائل؛ كما يجب التأكد من عدم وجود انسداد في الأنابيب المُستخدمة بالنفخ فيها قبل تركيبها في الجهاز.

4 ـ افصل أنبوبة جمع الغاز عن دورق التخضير في الغازات التي تتجمع فوق الماء قبل إطفاء اللهب؛ وذلك لأنه لو أطفئ اللهب قبل فصل أنبوبة جمع الغاز فقد يبرد الغاز في الدورق فيقل ضغطه ويسحب الماء من حوض جمع الغاز ويتسرب إلى أنابيب التوصيل حتى يصل إلى دورق التحضير؛ وقد يتسبب في كسر الدورق بسبب برودة الماء وسخونة الدورق.

5 ـ لا تقف فترة طويلة أمام جهاز تحضير الغازات لكي لا تستنشق كمية زائدة من الغاز.

6ـ الغازات السامة والخانقة وذات الرائحة الكريهة والنفاذة تُحضر في خزانة الغازات.

7 ـ جهز عددًا كافيًا من مخابر جمع الغازات حتى لا يتم ملء المخابر الموجودة مع استمرار تولد الغاز ويظل يتصاعد في جو المُختبر مما يُسبب تلوث الهواء.

لا تُفرغ المخابر المملوءة بالغاز والزائدة عن الحاجة في جو المُختبر؛ ولكن قُم بتفريغها في خزانة الغازات.

ثانيًا: الكشف عن الغاز: ـ

1 ـ لا تُقرب الأنف من جهاز توليد الغاز؛ ولا من الأنبوبة التي يتم التفاعل فيها لاستنشاق الغاز منها مُباشرة؛ والطريقة السليمة للكشف عن رائحة الغاز هي التلويح باليد بالقرب من فوهة الأنبوبة التي يتم فيها التفاعل أو الموصلة بجهاز توليد الغاز؛ فتصل كمية بسيطة من الغاز للأنف مُخففة بالهواء.

احتياطيات الأمان في التجارب التي ينتج عنها غاز الهيدروجين: ـ

1 ـ عند تحضير الغاز يجب التأكد من عدم وجود لهب بالقرب من جهاز التحضير حيث إن الغاز قابل للاشتعال؛ وباختلاطه مع الهواء يحدث انفجار إذا اشتعل.

2ـ يجب أن يكون جهاز التحضير مُحكمًا؛ ولا يسمح بنفاذ الهواء حتى لا يختلط بالغاز؛ لأن الخليط قابل للانفجار.

3 ـ يجب الانتظار حتى يُزيح الغاز الهواء الذي كان يُوجد في الجهاز قبل جمع الهيدروجين في مخابر.

4ـ احتياطيات الأمان عند تحضير غاز الأكسيجين:

ـ تأكد من عدم تلوث المواد التي يُحضر منها الأكسيجين بالشوائب (كلورات البوتاسيوم؛ ثاني أكسيد المنجنيز؛ فوق أكسيد الصوديوم) فقد تحدث انفجارات خطيرة من تلوث العامل المُؤكسد بمواد عضوية.

ـ عند تحضير الأكسيجين بتسخين كلورات البوتاسيوم مع ثاني أكسيد المنجنيز يجب التأكد من عدم الخلط بين ثاني أكسيد المنجنيز ومسحوق الكربون؛ وذلك لأن تسخين مسحوق الكربون مع كلورات البوتاسيوم يتسبب عنه انفجار شديد؛ ولهذا يجب عدم حفظ ثاني أكسيد المنجنيز على نفس الرف مع مسحوق الفحم؛ كما

يُمكن التأكد من نقاوة ثاني أكسيد المنجنيز وعدم اختلاطه بمادة عضوية قد تُسبب انفجارًا عند التسخين مع كلورات البوتاسيوم في أنبوبة اختبار وتسخينها ؛ فإذا لم يحدث انفجار فإن هذا يُعطي اطمئنانًا لنقاوة المواد قبل وضعها بكميات أكبر في جهاز التحضير.

5 ـ احذر من سقوط خشب مُتفحم أو بقايا شظية مُشتعلة على مزيج كلورات البوتاسيوم وثاني أكسيد المنجنيز.

6 ـ عند تحضير الأكسيجين باستخدام فوق أكسيد الصوديوم يجب مُراعاة ما يلي : ـ

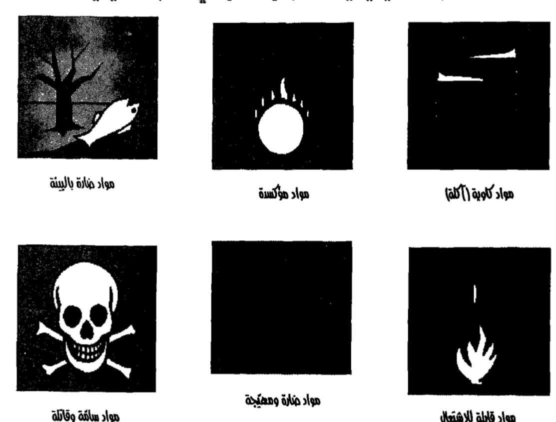
1 ـ تجنب مُلامسة الجلد لفوق أكسيد الصوديوم الرطب.

2 ـ عدم استخدام ورق لأخذ كميات من فوق أكسيد الصوديوم ؛ وإذا حدث هذا أو لامس فوق أكسيد الصوديوم أي مادة قابلة للاحتراق فيجب غمس الورقة أو المادة جيدًا في الماء حتى تتشرب به تمامًا قبل إلقائها في سلة المُهملات فقد تحترق إذا لم يُراعَ هذا.

3 ـ يُؤخذ في الاعتبار أن الدورق أو الزجاجة التي تم فيها تحضير الأكسيجين بإضافة الماء إلى فوق أكسيد الصوديوم يتبقى فيه أو فيها مادة كاوية (هيدروكسيد الصوديوم) فلا تُلوث بها الجلد أو الملابس.

4 ـ يُمكن تحضير الأكسيجين بسهولة دون الحاجة إلى تنقيط محلول من فوق أكسيد الهيدروجين على مسحوق ثاني أكسيد المنجنيز أو حُبيبات الفحم النباتي المُنشطة.

رموز المواد الكيميائية الضارة والخطرة في مُختبر الكيمياء



مواد كاوية (أكّالة) — مواد مؤكسدة — مواد ضارة بالبيئة

مواد قابلة للاشتعال — مواد ضارة ومهيِّجة — مواد سامة وقاتلة

العطور الطبيعية والصناعية

في قديم الزمان صنع القُدماء العطور بعصر وسلق الأزهار الجميلة؛ والأخشاب والنباتات ذات الروائح الزكية؛ ورويدًا رويدًا تقدمت صناعة العطور خطوةً خطوةً للأمام باستخدام التقطير كوسيلة لاستخراج الزيوت العطرية؛ وتميزت الاحتفالات الدينية باستخدام دان المُر المكاوي؛ والكندر لتعطير الجو؛ وقد كان التقدم في صناعة العطور الطبيعية بطيئًا في البداية؛ حيث كان العمل يدويًّا وبدائيًّا؛ مع استخدام المواد الناتجة من موادَ طبيعية في أغراض علاجية؛ ولكن مع تقدم الزمن وتجميع الخبرات الإنسانية أصبح البخورً هو الأساس في الاستعمال العام للتعطير؛ ومن هُنا نشأت صناعة العطور؛ كما يُعتقد أن الصينيين هُم أول من عملوا بصناعة العطور؛ لكن استعمال العطور عندهم يرجع تاريخه إلي الألف الأول قبل الميلاد مع العلم بأن قُدماء المصريين كانوا يُحنطون موتاهم مُنذ أكثر من سبعة آلاف سنة ويستخدمون العطور والزيوت والبلاسم.

وذكر ابن خلدون أنه مُنذ عام 810 م كانت فارس تُرسل 30.000 زُجاجة من ماء الورد خراجًا سنويًا إلي بيت المال في بغداد؛ وتدل الشواهد المأخوذة من كتاب الفيدا وكذلكَ السوتر؛ وهُما من الكُتب المُقدسة عند الهنود؛ على استعمال العطور في أغراض دينية؛ وقد اتسعت تجارة العطور بين الهند وروما واليونان؛ كما اعتاد الهنود على تحضير السوائل المُعطرة لاستخدامها في القرابين؛ واعتاد البوذيون على غسل آلهتهم الحجرية بالمياه العطرية؛ والمُستخدم فيها المسك والصندل والكافور والزعفران.

وكانت مُركبات العنبر والألوة وهي عود الند تُحرق في مباخرَ فضية لتعطير قصور أباطرة الهند؛ وعلى الرغم من الازدهار الكبير الذي شهدته الهند في العَصور الوسيطة في مجال العطور؛ فإن ذلك قد تضاءَلَ حاليًا بسبب نقص الخبرات الفنية وسوء حالة المصانع التي عجزت عن تطوير الآلات والأخذ بأساليب التقدم العلمي؛ كما أن إنتاج عطور رخيصة الثمن مصنوعة من مواد كيميائية وتعطي في النهاية رائحة مشابهة تمامًا للعطور الطبيعية؛ قد أدى إلى تخفيض عائدات الهند من تصدير عطورها.

بداية صناعة العطور الصناعية

ترتبط صناعة العطور الصناعية بعالم واحد وهو العالم وليم بركين **perkin**؛ وعندما كان هذا العالم في سن السابعةَ عشرة من عُمره التحق بالكُلية الملكية للكيمياء في لندن عام 1853م؛ وسُرعان ما توسم مُديرها هوفمان (مُكتشف الأنيلين القرمزي) فيه أنه سيكون باحثًا لامعًا؛ فعينه مُساعدًا لمُختبره وبدأ بركين في العام التالي بناءً على اقتراح هوفمان برنامج بحث يُحاول فيه صناعة الكينين بَدْءًا من المُنتجات الثانوية لقطران الفحم الحجري؛ مع أن الكينين كان معروفًا عندئذ؛ لكن بنيته الجزيئية الشديدة التعقيد كانت مجهولة كُليًا؛ وما كان بركين يرمي من اصطناع الكينين في ذلك الوقت إلى هدف عملي فحصل في مُحاولاته لإنتاج الكينين بإخضاع النيلين إلى سلسة من التفاعلات الكيميائية؛ وحصل بدلاً منه على سائل لزج داكن اللون صعب التصنيف ذي انعكاسات قُرمزية؛ واختبر بركين ما قد يحصل عند إضافة شيء من الكحول الإيثيلي إلى مُنتجه فرأى أن اللون السائل اللزج سُرعان ما غدا أزرق قُرمزيًا جميلاً؛ واستثمر بركين الإمكانات التجارية لاكتشافه هذا؛ إذ سُرعان ما أرسل عينة للتحليل لاختبار

إمكانات مُنتجه صناعيًّا ؛ وما إن وصلت النتائج حتى طلب براءة اختراع ؛ ولم يحصل عليها بسهولة بسبب صغر سنه حيث إنه لم يبلغ الحادية والعشرين من عُمره من الناحية القانونية ؛ ومن ثَمَّ يجوز له الحصول على براءة اختراع .

في عام 1857م ترك بركين الجامعة وفتح متجرًا مع والده وأخيه توماس لصنع الأنيلين في شركة كيميائية في مُقاطعة ميدل سكس ؛ وأعجب الصباغون الفرنسيون بأصباغ بركين وسُرعان ما ازداد إنتاج المصنع وأطلق بركين على اسم اللون الموف ؛ وما أن بلغ بركين الثالثة والعشرين حتى غدا رجلاً ثريًا جدًّا ؛ كما غدا السلطة الأولى في صناعة الأصباغ الصناعية .

وحذا كثير من الكيميائيين حَذْوَهُ حتى أستاذه هوفمان ؛ واكتشف صبغة حمراء بنفسجية دعاها ماجنتا ؛ وبناءً على اكتشافات بركين أسست الكثير من الشركات الكبيرة لكن انسحب من عالم التجارة وهو في الخامسة والثلاثين ليتفرغ للبحث العلمي ؛ وبعد سنة من انسحابه اصطنع الكومارين المادة العطرية المُتميزة برائحة الصفصاف المقطوف حديثًا ؛ ويُعتبر هذا الاكتشاف بداية صناعة العطور الصناعية ؛ وفي عام 1906م قبل وفاته بعام مُنح لقب فارس ؛ فقد فتح عالمًا كبيرًا من صناعة العطور الصناعية .

ومن أبرز اكتشافات (السير ويليام هنري بركين) الأخرى الجديرة بالذكر صناعة حمض الطرطريك ؛ واكتشاف طريقة لتغيير البنية الذرية لبعض المُركبات العضوية ؛ وقد عُرفت الطريقة باسم "فعل بركين" ويبلغ عدد الصبغات الصناعية الشائعة اليوم 3500 صبغة ؛ هذا بجانب الأنواع الكثيرة والمُتعددة للروائح الزكية المُنتشرة في شتي بقاع الأرض .

ويُمكن تصنيف الروائح الزكية لعائلات عطرية مُختلفة ؛ فمثلاً يُمكن تصنيف روائح الورد والياسمين والزعفران ضمن عائلة الروائح الزهرية ؛ نظرًا لأن روائحها الطبيعية تكون مُماثلة لنظائرها من الزهور الطبيعية ؛ لكن الرائحة النافذة للزهور التي تجذب الحشرات تُستبعد عادة من روائح هذا الصنف ؛ ومع ذلك فإن الروائح العطرة للزهور السابق الإشارة إليها ؛ تُقدم لنا مُجرد فكرة عن الفروق الجوهرية في جودة الروائح ؛ التي توجد بين زهور أخرى لها روائح عطرية مُماثلة للزهور البرية ؛ ومقدار

الشكل العام الذي نصنعه بقولنا إن رائحة مُعينة تماثل الزهور البرية ؛ ومن الواضح أننا نحتاج إلي أن نخطو خطوة أكثر تقدمًا لنشير لنوع الرائحة الزهرية البرية التي نتعرض لها ؛ ولعل أقرب الطرق هي تسمية هذه الزهور حتي يُمكن أن نكون قريبين من الرائحة المماثلة لها ؛ وقد تعبر هذه الكلمات عن تأثير الرائحة مثل ؛ حلوة ؛ جافة ؛ حادة ؛ هادئة ؛ خفيفة ؛ أو ثقيلة .

المدى الذي يُمكن لهذا الشكل من الاتصال الناجح لابد أن يعتمد على الاستخدام الصحيح لُمصطلحات قياسية للروائح ؛ وهذه المُصطلحات تكون معروفة ومفهومة من خلال جميع المُتعاملين والمُتصلين بموضوع الروائح العطرية ؛ وإذا حاولنا عمل مُخطط للتصنيف المُطلق للروائح ؛ فلابد أن يرتكز على روائح فيزيائية قياسية غير مُتغيرة بالكامل ؛ وتأخذ شكل التحليل الطيفي للمواد الكيميائية العطرية النقية ؛ ومثل هذا الشكل الأكاديمي يُمكن أن يكون مُفيدًا جدًّا لُممارسة أعمال العطور ؛ وخاصة إذا كان هذا المُخطط الشخصي للعطور يحتوي على وصفها وتصنيفها ؛ ولقد تم عمل الكثير من المُحاولات لعمل هذا المُخطط ؛ ونرجو أن يستفيد به القارئ وأن يُفيد به الآخرين .

صناعة العطور من المواد الطبيعية

العطرُ مُستَحضر يُصنع من موادّ طبيعية أو اصطناعية أو من مزيج يتألف من كليهما ؛ ويقومَ العطّار بمزج هذه المواد بعضها ببعضٍ لينتج العبيرً الفوّاح ؛ ويعَد كثير من الناس كل السوائل المستخدمة في تطييب الجسم بما في ذلك ماء الكولونيا ؛ والسوائل الكحولية الأخرى عطورًا ؛ ولكن هذا ليس صحيحًا ؛ إذ إن العطور الحقيقية هي التي تُسمى المُستخلصات أو الأرواح التي تحتوي على قدر كبير من الزيوت العطرية ؛ وهي بذلك أغلى ثمنًا وقيمة من ماء الكولونيا ومياه الزينة الأخرى ؛ وتتكون مُعظم العطور من نسبة تتراوح ما بين 10 و 20 ٪ من الزيوت العطرية المُذابة في الكحول ؛ بينما لا تتجاوز زيوت الكولونيا نسبة تتراوح ما بين 3 و 5 ٪ مُذابة في كمية من الكحول لا تقل عن 80 إلى 90 ٪ ؛ بينما يُغطي الماء النسبة المُتبقية ؛ أما عطور الزينة الأخرى فتحتوي على ما يُقارب 2 ٪ من الزيوت العطرية المُذابة في نسبة من الكحول تتراوح ما بين 60 و80 ٪ ؛ بينما يُغطي الماء النسبة الباقية .

وتتوقف التركيبة العطرية على الاستخدام المقصود من العطر؛ ومن هذا المُنطلق نجد أن مُعظم عطور الجسم غالية الثمن؛ وتشتمل على ضروب من زيوت الأزهار النادرة التي تُجلب من شتى بقاع العالم؛ أما العطور التي تُستخدم في صناعة الصابون؛ والروائح الصناعية؛ فتتكون تركيبتها من خامات زهيدة الأسعار؛ وكثير من العطور ليست سوى مزيج من الزيوت النباتية؛ وزيوت الأزهار؛ مع خامات حيوانية؛ وبعض المواد المُصنعة؛ هذا بالإضافة إلى الكحول والماء.

ويُستخلص كثير من الزيوت الأساسية من النباتات بواسطة التقطير بالبُخار؛ وتتمثل أولى خطوات هذه العملية في إمرار البُخار من خلال المادة النباتية؛ وفي هذه المرحلة تتحول الزيوت الأساسية إلى غاز؛ ثُم يُدفع هذا الغاز من خلال شبكة تتكون من عدة أنابيب يبرد خلالها ليتحول إلى مادة سائلة مرة أخرى؛ وهُناك طريقة أخرى للحصول على الزيوت الأساسية؛ تكون بغلي بتلات الأزهار في الماء بدلاً من إمرار البُخار من خلالها.

وتُعد طريقة الاستخلاص بالمذيب طريقة مُهمة للحصول على الزيوت الأساسية من الأزهار؛ وبهذه الطريقة تُذاب البتلات في مُذيب؛ ثُم يُقطَّر هذا المُذيب من المحلول تاركًا خلفه مادة شمعية تحتوي على الزيت العطري؛ وبعد ذلك تُوضع المادة الشمعية في الكحول الإثيلي فيذوب الزيت الأساسي في هذا الكحول ويطفو إلى أعلى مع الكحول على السطح الشمعي؛ ثُم يُعرض المزيج إلى درجة حرارةَ مُعيّنة فيتبخر الكحول وتبقى خلفه مادة عالية التركيز من الزيت الأساسي.

وهُناك طريقة أخرى لاستخلاص الزيوت من الأزهار؛ يُطلق عليها الاستخلاص عن طريق النقع؛ وفي هذه الطريقة تُوضع طبقة من الدهون في صحاف زجاجية؛ وتوزع البتلات فوق هذه الطبقة فتقوم الدهون بامتصاص الزيت من هذه البتلات مكونةً مادةً شحمية تُسمّى المرهم العطري؛ ثُم يُعالج هذا المرهم بالكحول لفصل الزيت عنه؛ وهُناك قاعدة أساسية وهي أن أساس تحضير العطور واحد؛ وهو خلط الزيوت والمُثبتات الخاصة بالعطر المطلوب تحضيره بنسب مُعينة؛ ثُم تُدفأ على حمام مائي ليتم امتزاجها جميعًا ويذوب ما قد يكون معها من أجسام صُلْبة كالجاوي وغيره؛ ثُم يُضاف إليها الكحول الإثيلي النقي؛ ويُرج الخليط جيداً؛ ويُترك لبعض الوقت لأيام أو أسابيعَ أو شهورٍ؛ ويتوقف ذلك على نوع العطر المراد تحضيره لتختمر الرائحة جيداً؛ ثُم يبرد

المحلول دون أن يصل إلى درجة التجمد؛ وذلك حتى يتم انفصال ما قد يكون به من موادَّ غير قابلة للذوبان؛ ويُرشح بعد ذلك خلال ورق ترشيحًا مُبطنًا بطبقة من كربونات الماغنسيوم النَّاعمة؛ ويحتاج الأمر إلى تكرار الترشيح إلى أن يُصبح الرشيح رائقًا تمامًا؛ وعندئذ يُعبأ في زُجاجات نظيفة جافة؛ وبذلك يُصبح صالحًا للاستعمال؛ ويُلاحظ أن الكحولات الأخرى غير الكحول الإثيلي النقي لا تصلح لصناعة العطور؛ وبعضها ضار بالصحة.

الخامات النباتية لصناعة العطور

للنباتات ذات الأرَيج الفوَّاح جيوب رقيقة تُشبه الأكياس مسئولة عن صُنع الخامات التي تُكسبها هذه الرائحة وتقوم بتخزينها؛ وهذه الخامات يُطلق عليها اسم الزيوت الأساسية؛ ولا تُستخدم هذه الزيوت التي تُستخلص من بتلات الأزهار إلا في صُنع عطور رفيعة المُستوى؛ وغالية الثمن؛ كما يُمكن الحصول على الزيوت العطرية أيضًا من أجزاء النبات الأخرى مثل القلف؛ والبراعم؛ والأوراق؛ وقشور الثمار؛ والجذور؛ والخشب؛ وفي بعض الأحيان من النبتة بأكملها.

وتشمل قائمة النباتات التي يُستفاد من زيوتها في صناعة العطور على نطاق واسع القرفة؛ والأترج؛ والغرنوقي أو نبات الراعي؛ والياسَمين؛ والخزامى؛ وأعشاب البتشولي؛ والورد؛ وإكليل الجبل؛ وأخشاب الصندل؛ والمِسك الرومي.

ويُستخلص كثير من الزيوت الأساسية من النباتات بواسطة التقطير بالبُخار؛ وتتمثل أولى خطوات هذه العملية في إمرار البُخار من خلال المادة النباتية؛ وفي هذه المرحلة تتحول الزيوت الأساسية إلى غاز؛ ثُم يُدفع هذا الغاز من خلال شبكة تتكون من عدة أنابيب يبرد خلالها ليتحول إلى مادة سائلة مرة أخرى؛ وهُناك طريقة أخرى للحصول على الزيوت الأساسية؛ تكون بغلي بتلات الأزهار في الماء بدلاً من إمرار البُخار من خلالها؛ وتُعد طريقة الاستخلاص بالمذيب طريقة مُهمة للحصول على الزيوت الأساسية من الأزهار؛ وفي هذه الطريقة تُذاب البتلات في مُذيب؛ ثُم يُقطَّر هذا المُذيب من المحلول تاركًا خلفه مادة شمعية تحتوي على الزيت العطري؛ وبعد ذلك تُوضع المادة الشمعية في الكحول الإثيلي فيذوب الزيت الأساسي في هذا الكحول ويطفو إلى أعلى

مع الكحول على السطح الشمعي؛ ثُم يُعـرض المـزيج إلى درجـة حـرارة مُعيّنـة فيتبخـر الكحول وتبقى خلفه مادة عالية التركيز مـن الزيـت الأساسـي؛ وهُنـاك طريقـة أخـرى لاستخلاص الزيوت من الأزهار؛ يُطلق عليها الاستخلاص عن طريق النقع؛ وفي هـذه الطريقة تُوضع طبقة من الدهون في صحاف زجاجية؛ وتوزع البتلات فوق هـذه الطبقـة فتقوم الدهون بامتصاص الزيت من هـذه البتلات مكونـةً مـادةً شـحميةً تُـسمّى المـرهم العطري؛ ثُم يُعالج هذا المرهم بالكحول لفصل الزيت عنه.

الخامات الحيوانية لصناعة العطور

تعمل الخامات الحيوانية على إبطاء زوال الزيت الأساسي وتبخره؛ وعلى ذلك تجعل شذاها يدوم أطول؛ ويُطلق عليها اسم المواد المُثبِّتـة؛ وتـشمل قائمـة المُقومـات العطريـة التي تُؤخذ من الحيوانات؛ وهي مادة زيتية يفرزها القندس؛ ومسك الزباد؛ وهـي مـادة دُهنية تُؤخذ من قط الزباد؛ والمسك المعروف الذي يُؤخذ من الأيائل؛ والعنبر وهو مـادة شمعية مصدرها حوت العنبر.

الخامات الصناعية لصناعة العطور

تدخل الخامات الاصطناعية في عدد كبير من المواد التي تُستخدم في صـناعة العطـور؛ ويُمكن الحصول على المواد الأولية للخامات الاصطناعية من مـصادرَ طبيعيـة؛ أو المـواد البترو كيميائية؛ أو قطران الفحم الحجري؛ كما تمتاز بعض المواد الاصـطناعية بـأن لهـا الخاصية الكيميائية نفسها التي تتكون منها المواد المُشابهة لها في الطبيعة؛ لكن بعضًا منهـا لا يُوجد له نظير؛ كمـا يختلـف اختلافًـا كـبيراً عـن أيـة مـادة تُوجـد في الطبيعـة؛ وقـد استُحدث في السنوات الأخيرة العديد من الروائح الاصطناعية في كُل أرجاء العالم لتلبية الحاجة المُتزايدة باطراد للعطور؛ ومُجاراة للتجديد والتطور الـسريع المُتـسم بالإبـداع في حقل صناعة العطور.

أسس صناعة العطور

هُناك قاعدة أساسية يجب أن تعلمها عزيزي القارئ وهي أن أسـاس تحـضير العطـور واحد؛ وهو خلط الزيوت والمُثبتات الخاصة بالعطر المطلوب تحضيره بنسب مُعينة؛ ثُـم تُدفأ على حمام مائي ليتم امتزاجها جميعًا ويذوب ما قـد يكـون معهـا مـن أجـسام صـلبة كالجاوي وغيره؛ ثُم يُضاف إليها الكحول الإثيلي النقي؛ ويُرج الخليط جيـدًا؛ ويُـترك

لبعض الوقت لأيام أو أسابيعَ أو شهور؛ ويتوقف ذلك على نوع العطر المراد تحضيره لتختمر الرائحة جيدًا؛ ثُم يبرد المحلول دون أن يصل إلى درجة التجمد؛ وذلك حتى يتم انفصال ما قد يكون به من مواد غير قابلة للذوبان؛ ويُرشح بعد ذلك خلال ورق ترشيح مُبطن بطبقة من كربونات الماغنسيوم الناعمة؛ ويحتاج الأمر إلى تكرار الترشيح إلى أن يُصبح الرشيح رائقًا تمامًا؛ وعندئذ يُعبأ في زُجاجات نظيفة جافة ثُم يُحكم غلقها؛ وبذلك يُصبح صالحًا للاستعمال؛ ويُلاحظ أن الكحولات الأخرى غير الكحول الإثيلي النقي لا تصلح لصناعة العطور؛ وبعضها ضار بالصحة.

طرق سهلة لتحضير العطور

الخامات المطلوبة:ـ

1ـ أسانس جاهز (يُباع في محلات العطور جاهزًا).
2ـ كمية مناسبة من الكحول الإثيلي.
3ـ مُثبت.

الطريقة:ـ

1ـ يُضاف 100 مللي كحول إثيلي لكُل 5 جرام أسانس و5 جرام مُثبت.
2ـ بعد ذلك يُحفظ في الثلاجة؛ ثُم في مكان مُظلم لمُدة 15 يوم.

ملحوظة:ـ

الماء المُقطر: يُضاف للتغلب علي رائحة الكحول بكمية قليلة.

وقد يُستعاض عن الكحول الإثيلي في بعض العطور المُركزة بمُوادٍّ أخرى مثل التربينول والكحول البنزيلي وبنزوات البنزيل والكحول الإيزوربوبيلي. ويجب على صانع العطور أن يعرف أي المواد المُثبتة أكثر صلاحية للعطر المطلوب تحضيره؛ ويوجد عدد من المُثبتات منها: ما أصله حيواني مثل المسك؛ والقسطريوم؛ ومنها النباتي كالجاوي والبتشولي؛ ومنها الكيميائية الصناعية مثل الكومارين والفانيلين والهليوتروبين والكحول السناميكي؛ ولكُل عطر مادة مُثبتة تُحافظ على رائحته لأطول مُدة مُمكنة؛ ويُوجد العديد من الطُرق المُستخدمة في صناعة العطور في الوقت الحالي؛ وهي تتضمن ما يلي: ـ

1 ـ طريقة التقطير ؛ ولها ثلاث طرق :

أ ـ التقطير المائي .

ب ـ التقطير بالماء والبخار .

ج ـ التقطير البخاري .

2 ـ طريقة العصر والكبس .

3 ـ طريقة الاستخلاص بواسطة المُذيبات ؛ وهي تتم بعدة طُرق ؛ وهي كما يلي : ـ

أ ـ الاستخلاص بدون استعمال حرارة ؛ وتعرف باسم الاستخلاص الدهني البارد .

ب ـ الاستخلاص باستعمال الحرارة (دهن ساخن) ؛ وتعرف باسم التعطين .

ج ـ باستعمال المُذيبات الطيارة مثل الإيثير البترولي والبنزين وغيره .

طريقة التقطير(3)

الزيوت الجوهرية هي زيوت طيارة تنفصل بسهولة بالبُخار بدون أن تتعرض للتكسير والتحلل المائي ؛ وتُستخدم طُرق التقطير السابقة حسب طبيعة العطور المُستخدمة ؛ وحسب طبيعة الجُزء المُحتوي على الزيت الطيار مثل الأوراق والثمار والجذور أو بتلات الأزهار ؛ لكن يجب الأخذ في الاعتبار مُراعاة المُلاحظات الآتية في عملية التقطير : ـ

1 ـ استخدام أقل درجة حرارة مُمكنة ؛ حيث ثبت بالتجربة أن كُل مكونات الزيوت الجوهرية غير مُستقرة ؛ وتتزعزع في درجات الحرارة العالية .

2 ـ إن وجود الماء شيء طبيعي في النبات ؛ ويُؤدي ذلك إلي زيادة مُعدل انتزاع الزيت الجوهري ؛ ويعني ذلك في حالة التقطير بالبُخار ضرورة الاحتفاظ ببعض الماء لزيادة الانتشار .

3 ـ يجب أن تكون المواد الأولية المُستعملة للتقطير بحالة جيدة ؛ فلا تُستعمل المواد الناعمة جداً للتقطير ؛ لأنها يُمكن أن تُشكل كُتلة مسدودة كتيمة لا يخترقها البُخار ؛ وتتبقى بالتالي أجزاء من الشُحنة بدون فائدة وبدون مُعالجة .

---

(3) كتاب أسرار صناعة العطور ؛ للكيميائي/ محمد إسماعيل عُمر ، دار الكُتب العلمية ، القاهرة .

4 ـ بما أن الزيوت الجوهرية تُقاوم قليلاً الانحلال بالماء المُنخفض الحرارة؛ لذلك فإن كمية كبيرة من الماء الموجود في المواد الخام سيُخفض من إنتاج الزيت؛ وهذا العامل مهمٌ جداً في عملية التقطير المائي.

5 ـ بما أن الزيوت الجوهرية تحتوي على أسترات ثابتة الحجم؛ لذا فإن وجود الماء بدرجة حرارة عالية يجعل الزيوت تتميأ إلى أحماض وكحولات فتُسبب انخفاضًا في الإنتاج؛ وكُلما زادت كمية الماء وزاد زمن التقطير ازدادت معه درجة التميؤ؛ ويكون التميؤ كبيراً في التقطير المائي؛ وقليلاً في التقطير البُخاري؛ ولكي يتم تجنب التميؤ يجب أن يتم التقطير بأسرعَ ما يمكن.

6 ـ لا يُنصح باستعمال التقطير البُخاري للأزهار؛ نظراً لميلها للالتصاق تحت البخار؛ وتشكيلها كُتلة كبيرة؛ ولكن يُمكن استخدام طريقة التقطير للأزهار في أجهزة التقطير الصغيرة المُتنقلة؛ لكن طريقة التقطير البُخاري تُعتبر أفضل طريقة عندما يكون حجم العمل ضخمًا لأنها تُعطي إنتاجًا أكثر ونوعية أفضل؛ كما يُمكن بواسطتها ضبط درجة الحرارة بسهولة بواسطة التحكم بالبُخار.

7 ـ في حال استخدام طريقة التقطير بالماء والبخار يجب أن تكون المسافة أسفل الوعاء وخط البُخار واسعة بشكل كاف يسمح لأي ماء مُتكثف داخل الوعاء بالتجمع في القاع بدون أن يصل إلى أنبوبة البُخار.

8 ـ يُراعى أن تكون أنبوبة وصل الوعاء بالمُكثف قصيرة ومعزولة بشكل جيد؛ كما تُستدق تدريجيًا؛ كما يجب تجنب وجود أي انحناء حاد أو ضيق في الأنبوبة؛ حيث إنه سيُسبب اختناق البُخار ورجوع الضغط داخل الوعاء.

9 ـ يجب حفظ المواد المطلوب تقطيرُها على صينية مُلائمة؛ لتجنب زيادة الضغط على قاع الوعاء بالمواد النباتية؛ ويضمن هذا الإجراء توزيع البُخار بشكل جيد؛ إذا تمت تعبئة المواد بشكل دقيق.

10 ـ يجب عزل وعاء التقطير جيداً ليحتفظ بالحرارة؛ وإهمال هذه النُقطة يُؤدي إلى ترطيب الشُحنة وتكتل أجزاء النبات؛ وطول مُدة التقطير؛ وزيادة البُخار المصروف مع إنتاج خفيف من الزيت.

11 ـ يجب أن يكون عرض وعاء التقطير أكثر من ارتفاعه ؛ حتى يُمكن جعل الشُحنة من الأزهار رقيقة لتجنب الضغط الناتج عن الوزن الثقيل للشُحنة ؛ ويُتيح ذلك حُرية الحركة للمواد بما يضمن للتقطير السريع والإنتاج الوفير الجيد من الزيت ؛ أما في حالة التقطير البُخاري المائي ؛ فيُمكن أن يكون الارتفاع والقُطر مُتساويين ؛ وأما في حالة التقطير البُخاري فالارتفاع يجب أن يكون أكثر من القُطر .

12 ـ من الأفضل عمل المُكثف عريضًا قليلاً بدلاً من أن يكون صغيرًا جدًا ؛ وذلك حتى يُمكن للبُخار أن يتكثف عند ارتفاع مُعدل التقطير .

13 ـ التقطير البطيء يُؤدي إلى ترطيب الشُحنة وتميؤها ؛ مع تكتل المواد النباتية ويصحب ذلك نقص في إنتاج الزيت ؛ كما يجب الاحتفاظ بحرارة ماء المُكثف مُنخفضة قدر الإمكان ؛ ولكن إذا كان الوزن النوعي للزيت لا يختلف كثيرًا عن الوزن النوعي للماء ؛ فيجب زيادة درجة الحرارة حتى يُصبح المُقطر أبرد لتتم عملية الفصل ؛ وإذا كان الوزن النوعي للزيت أعلى من ذلك الخاص بالماء .

حالة المواد الخام المستخدمة في التقطير

يجب أن تكون الخامات في حالة تسمح باختراق البُخار لكُتلتها وحمله معه كُل ذرة من الزيت العطري الموجود في كُتلة النبات ؛ والمواد الخام مثل الأزهار والأوراق والأعشاب أو أي أجزاء أخرى من النباتات غير الليفية ؛ ولا تحتاج لعناية ؛ ولكن في حالة الخشب القاسي والبذور والثمار والجذور والقلف وغيرها ؛ فإن من الضروري تفتيتها وهرسها ؛ لكي تُمزق الجدران الخلوية قدر الإمكان ؛ حتى يمكن استخلاص الزيوت بسهولة بواسطة البخار .

ويجب أن تُقطر المواد بعد هرسها فورًا وإلا فإن الزيت الجوهري سوف يتبخر جُزء منه ؛ وكما أشرت من قبل فإن المواد الناعمة جدًا لا تصلح للتقطير ؛ فجذور السوسن وبذور الفانيليا وأوراق البتشولي تحتاج إلى إنضاج لبعض الوقت لزيادة رائحتها . ويلاحظ أن بعض المواد تتحسن رائحتها ويزيد إنتاجها بالجفاف أو التخزين ؛ ففي حالة الجيرانيوم والأرسيموم (الريحان الملكي) تزيد كمية الزيت بالتخزين في أماكن جافة ؛ أما الأزهار والأوراق والأعشاب وغيرها فإن التخزين الجاف يؤدي إلى فقد الكثير من زيته الجوهري لاحتوائه على نسبة عالية من الماء كما يحدث فقد نتيجة الأكسدة والتبخر

وبعض التفاعلات الكيميائية ؛ ولهذا السبب يجب أن تُقطر هذه المواد فوراً بعد قطفها أي بعد مرور عدة ساعات من جمعها ؛ وإلا فإنها تتعرض للتخمر ؛ ويحتاج تخزين المواد النباتية إلى حَفظها في غرف مكيفة الهواء حتى تجف في أقل درجة حرارة ؛ وذلك لأن الاختلاف الكبير في كمية الرطوبة الجوية والتعرض للهواء يُساعد الزيت على التبخر والتأكسد الجزئي .

المواد الأروماتية ذات المنشأ الطبيعي

تتم عمليات التقطير في المناطق البُدائية بتقطير الماء الذي يحتوي على الأزهار والأجزاء النباتية ؛ وحيث إن الماء يغلي عند 100م تحت الضغط العادي ؛ وقد يحدث أن يتم دفع بعض القطع للتلامس مع جدار إناء التقطير وعندما تتصادم الأجزاء مع بعضها ؛ نجد أن طاقة الاهتزاز يُمكن أن ترفع فجأة درجة الحرارة لتزيد عن 100م مما يُودي للتحلل ؛ كما أن المادة تتعرض للتفحم ؛ مع وجود كميات من بخار حمضي يختلط مع المكونات المقطرة ؛ وبالإضافة لما سبق نجد أن وعاء التقطير قد يتعرض للانفجار .

عمليات التقطير الحديثة

أما في عمليات التقطير البخاري الحديثة اليوم ؛ فإن الزيوت الجوهرية في المادة التي تتعرض للمُعالجات ستتحرر بالحقن من خلال الدوافع النفاثة الموجودة في قاع إناء التقطير البُخاري تحت الضغط ؛ وتُعتبر هذه الطريقة من الوسائل السريعة عن طريقة التقطير المائي ؛ وهي تُستخدم للحصول على الزيوت الجوهرية من اللافندر ؛ والتي تحتوي على مواد ومُكونات سريعة التحلل ؛ وتُنتج الروائح غير المُستحبة عندما يتم مُعالجة المواد الخضرية النباتية بالماء المغلي ؛ وحيث تنشأ من التحلل الجزئي للمواد البروتينية ؛ مع تكوين جُزيئات تحتوي على الكبريت ؛ وهي جزيئات صغيرة سريعة الحركة عالية الانتشار .

وتنشأ الجزيئات من هذا النوع عندما تُقطر المواد النباتية الأروماتية بغرض الحصول على الزيوت الجوهرية ؛ مع تلوث الزيوت بالمواد ذات الرائحة غير المقبولة . والحقيقة أن هذه الروائح غير المقبولة المشابهة لرائحة الكرنب تعتبر من الجوانب المألوفة خلال التقييم الشمي الحسي للزيت الجوهري ؛ لكن حيث إنها سهلة الإزالة بتعريض الزيت للهواء

لعدة ساعات قليلة ؛ أو بدفع تيار من هواء النفخ خلالها ؛ فإن هذه المُكونات سرعان ما تتطاير ؛ أو تتأكسد إلى مكونات عديمة الرائحة ؛ ويجب أن نُلاحظ بحذر الروائح الدُخانية الموجودة في الزيوت الجوهرية ، والتي لا يتم إزالتها من خلال عملية التهوية السابقة ؛ فهذا دليل ومُؤشر على سوء حالة الزيت المُقطر ، والذي يصبح غير ملائم للاستخدام ضمن مكونات العطور.

طريقة التقطير المائي

وقد جاء في كتاب أسرار صناعة العطور للكيميائي الأستاذ / محمد إسماعيل عُمر أن طريقة التقطير المائي تُعد من الطرق الواسعة الانتشار في العالم نظرًا لبساطتها ؛ والتي تتضمن استخدام الماء الساخن والبخار للحصول على خليط من الماء المُقطر والزيت الجوهري ، والذي قد يمتزج قليلاً بالماء ؛ ويجب لذلك فصل هذين السائلين للحصول على الزيت الجوهري الخالي من الماء . ويتم في هذه الطريقة وضع المواد مثل الريحان والنعناع وبتلات الورد؛ مع كمية كبيرة من الماء المغلي ؛ ويمكن أن تكون طافية أو مغمورة كليًا تاركةً فراغًا للبُخار ؛ ويُسخن وعاء التقطير بالنار المُباشرة ؛ ولابد من العناية الكافية للعملية حتى نحصل على محصول وفير من الزيت ؛ وذلك لأن تلامس بعض النباتات مع جُدران وعاء التقطير الساخن يؤدي لفساد رائحة الزيت حيث إن التقطير يبدو كما لو كان تقطيراً أتلافيًا ؛ كما يُمكن تجنب حدوث هذا العيب بتجهيز الوعاء بقاعدة شبكية تُوضع من الداخل مُرتفعة عن سطح الوعاء لتُوضع فوقها النباتات ؛ ولكن يعيب هذه الطريقة ويجعلها غير اقتصادية عدم استنفاد المواد النباتية بالكامل ؛ مع زيادة تكلفة الوقود المُستخدم ؛ ويُؤدي الغليان الزائد إلى عدم تبخير محتويات الزيت العطري بكامله بل تبقي ذائبة في الماء ؛ ولابد من مُتابعة تزويد وعاء التقطير بالماء حتى تتعرض الشحنة التي تكون فوق مستوي الماء وتميل للتكتل فوق بعضها ؛ وتُصبح أكثر تراصًا ؛ وقابلة للاختراق بالبُخار ؛ ويُراعى أن تبقى الشُحنة مغمورة بالماء ؛ وهذه العملية مناسبة للمواد المفرومة الناعمة مثل الأعشاب والحشائش . . . ولفصل الزيت الجوهري عن الماء يتم استخدام جهاز الطرد المركزي ؛ حيث إن الزيت المكون للطبقة العلوية يكون أقل كثافة من الماء ؛ كما يُمكن معالجة أي بقايا من الماء باستخدام كبريتات الصوديوم اللامائية . . . ولا يُؤثر ذلك في جودة

وخصائص الزيت الجوهري؛ ولكنه يُستخدم لمنع التحلل التالي للأسترات والمكونات الأخرى القابلة للتحلل.

وتهدف بالتالي إلى المُساعدة في حفظ خصائص الرائحة؛ ومن ثَمَّ يتم ترشيح الزيت ونقله إلى أوعية عليها بطاقات البيانات حيث يتم تخزينها؛ ومن أمثلة الزيوت الجوهرية؛ عشبة الليمون؛ السيترونيللا؛ الصنوبر؛ الباتشولي بالإضافة إلى الزيوت المُقطرة من الأعشاب؛ وبعض التوابل والمواد الحريفة؛ وكُلها يتم ملء وعاء التقطير الصُلب فيها؛ وإذا لم يكن هذا الوعاء جيد الطلاء من الداخل فإن وجود أي شوائب أو آثار منها في الوعاء الصلب ستُؤدي إلى حدوث تآكل في الأسطح الداخلية للوعاء المعرض للزيت؛ والذي لم يتم تجفيفه تمامًا؛ وبالطبع فتحت الظروف التي تميل إلى الحامضية قليلاً نجد ذلك يتطور ليجعل الزيوت الجوهرية التي لم تُحفظ تحت ظروف صحيحة مُعرضة لآثار من المُركبات الحديدية، والتي سوف تتكون وتذوب في الزيت مما يُؤدي لإزالة اللون في المُركبات المخلوط معها هذا الزيت خصوصًا مع المُركبات والمُكونات الفينولية. ومما لاشك فيه أن تلك الظروف تُؤدي لإسراع تكوين الصدأ؛ والمثال على ذلك ما نجده من حدوث تلوث لزيت الباتشولي؛ وقد يكون قليلاً جدًّا، لكن هذا الزيت وفي مثل هذه الحالة يكون عند استخدامه ضمن مكونات العطور بالتوافق مع أي من مكونات الفينول مثل الساليسيلت؛ أو مع الزيت الجوهري المحتوي على الفينول، فنجد على سبيل المثال؛ أننا سنحصل على مواد مُعقدة عالية التلوين في خلال ساعات مما يجعل العطر عديم الفائدة؛ ولهذا السبب يتم طرطرة زيت الباتشولي؛ ويجب مُلاحظة أنه يُمكن إزالة أي آثار من مُركبات الحديد من مُركبات ومواد مُعينة من تحضيرات الزينة مع أملاح الأمنيوم.

طريقة العصر

تُفيد هذه الطريقة في استخلاص الزيوت العطرية من قشور ثمار النباتات الحمضية كالبُرتقال والليمون والبرجموت وغيرها؛ وذلك لأن الزيت المُستخلص بتقطير القشور يفتقر للرائحة المُنعشة؛ وتُوجد ثلاث طُرق لذلك[4]: ـ

(4) كتاب أسرار صناعة العصور؛ للكيميائي/ محمد إسماعيل عُمر، دار الكُتب العلمية؛ القاهرة.

1 ـ طريقة الاستخلاص بالإسفنج.
2 ـ طريقة الوخز باستعمال الإسفنج.
3 ـ طريقة آلية تعتمد على الطريقتين السابقتين.

طريقة الاستخلاص بالإسفنج

وهي طريقة قديمة تقطع فيها ثمار الحمضيات باتجاه عرضي مع إزالة البذور بالملعقة؛ ومن ثَمَّ إما أن يرطب القشر وإما يُنْقَعُ في الماء لتسهيل عملية فصل الزيت؛ ثم تعصر القشور بين الإسفنج باليد؛ ويجمع الزيت المتقطر؛ ومن ثم يرشح. والزيت الناتج له صفات ممتازة. ومع ذلك فقد استبعدت هذه الطريقة بسبب قلة الإنتاج الذي نحصل عليه.

الاستخلاص بالإسفنج والعصر: ـ

تم تطوير آلة ميكانيكية تقوم مقام طريقة الإسفنج؛ حيث توضع القشور في تلك الآلة وتتعرض لضغط مُناسب؛ وبذلك يكون المحصول من الزيت أكثر وأجود من طريقة الاستخلاص بالإسفنج.

الطريقة المحسنة: ـ

كانت الماكينات القديمة تتألف من قمع معدني شائك؛ حيث تدور الثمار الحمضية فوق هذه الأشواك التي تُمزق خلايا الزيت؛ وينساب الزيت لأسفل الجهاز؛ حيث يروق بعد ذلك بواسطة الطرد المركزي؛ لكن هذه الطريقة ليست أفضل من سابقتها؛ ولذلك تم تطوير الماكينات في أمريكا وإيطاليا وكانت تعتمد على نفس هذه النظرية.

طريقة بشر القشور: ـ

تعتمد الآلات المُستخدمة في هذه الطريقة على النظرية السابقة؛ حيث تتألف من قناتين يمر بينهما القشر حيث يتمزق بواسطة الشوك المُحيط بالقناتين؛ ويُجمع السائل المُحتوي على العصير والزيت؛ ثُم يُفصل الزيت بواسطة الطرد المركزي؛ وتتألف أحسن الأجهزة تطويراً من طاحونة تُعصر كل الثمار بين زوجين من العصارات المركبة

شاقوليا؛ الواحدة فوق الأخرى؛ حيث يتمزق القشر والخلايا الحاملة للزيت؛ ومن ثم يُحرر من العصير بجهاز الطرد المركزي.

الاستخلاص بالمذيبات: ـ

على الرغم من إمكانية الحصول على أنقى العطور باستخدام طرق التقطير لكن لا يُمكن اعتمادُها كوسيلة لاستخلاص الزيوت؛ وذلك بسبب عدم ثبات الرائحة؛ وفسادها بواسطة الحرارة العالية للبُخار؛ بينما يُمكن أن نحصل على الزيت بكمية قليلة جداً؛ ولذلك فإن استخدام المُذيبات يلعب دوراً مهمًّا في استخلاص العطور؛ كما يُمكن أن تكون المُذيبات المُستخدمة من النوع الطيار؛ أو غير الطيار؛ ويقسم هذا الأخير تبعًا لحالة أثناء العملية؛ وأهم الأنواع المُستخدمة من المُذيبات الطيارة البنزين والهكسان والأثير الكحولي.

الاستخلاص بالمذيبات غير الطيارة: ـ

يُمكن أن يتم الاستخلاص بطريقتين هُما كما يلي: ـ

1 ـ في درجة الحرارة العادية؛ وتُسمى بعدة أسماء منها القطف أو الاستخلاص الدُهني البارد.

2ـ باستعمال الحرارة؛ وتُسمى التعطين؛ أو الاستخلاص الدُهني الساخن.

طريقة الاستخلاص الدُهني البارد

تُعتبر هذه الطريقة أحسن الطرق وأفضلها للحصول على العطور من الأزهار؛ وذلك لأن رائحة بعض الأزهار، كالياسَمين والفل والمسك الرومي وزهر البُرتقال؛ طيارة وسريعة العطب؛ حيث إن الحرارة اللازمة للتقطير ربما تضعفها أو تفسدها؛ وتتم الطريقة بعمل إطارات بعُمق 10 سم وأرضية زجاجية بطول 90سم وعرض 60سم؛ ثُم يُوضع فوق الزجاج طبقة من الدهن النقي بسمك 0.5سم ثُم تُفرد الأزهار فوق الإطار وتُلامس الدُهن؛ كما يُمكن وضع عدة إطارات فوق بعضها بحيث يقع الزهر بين إطارين؛ في كُل إطار ألواح من الزجاج مطلّية بالدُهن من أعلى ومن أسفل؛ حيث يمتص الدُهن المادة العطرية؛ وعندما تستنفد الرائحة من الزهر يُستبدل بزهر آخر يوميًّا في حالة استعمال الياسَمين؛ وتُغير الإطارات بحيث يُصبح الأعلى في الأسفل؛ حتى نضمن

توزيع المادة العطرية على الدهن بشكل مُتجانس؛ ويستمر تجديد الأزهار حتى نتأكد من تشبع الدهن بالعطر؛ ويسمى في هذه الحالة الدهن العطري؛ حيث يضاف للدهون بعد ذلك الكحول بتركيز 95٪؛ ويُبرد ويُرشح ويُقطر؛ حيث يتبقى العطر الخالص؛ وأهم الدهون المستعملة دهن البقر؛ وزيت الزيتون؛ كما يُمكن استعمال الدهن عدة مرات بعد إذابته وتنقيته.

طريقة التعطين (الاستخلاص الدهني الساخن)

تتم هذه الطريقة بمزج كمية من دهن البقر المخلوط بالشحم النقي؛ ثُم تُوضع في وعاء معدني أو صيني فوق حمام مائي ليذوب الدُهن عند درجة ما بين 60 ـ 70م؛ وتعالج أزهار الورد والفل والياسَمين والكاسيا والبرتقال والبنفسج بهذه الطريقة بعد تعطينها وتجزئتها؛ وتترك الأزهار بالدهن الذائب الساخن لمدة تتراوح ما بين 12 ـ 48 ساعة مع التحريك المُستمر؛ حتى تتمزق الخلايا الحاملة للعطر؛ ويمتص الدهن المادة العطرية؛ ثُم تُرشح محتويات الوعاء ويُضاف إليه زهر جديد؛ وتُكرر العملية حتى يُصبح الدُهن أو الزيت مُشبعًا بالعطر؛ ثُم يُستخلص الزيت الحر بمُعالجته بالكحول كما مر بالطريقة السابقة.

3 ـ الاستخلاص بالمذيبات الطيارة: ـ

تُعتبر هذه الطريقة من أكثر الطُرق المُستعملة حاليًا حيث تستخدم عدة مذيبات مثل الأستيون والبنزين والكحول المثيلي والكحول الإثيلي والأثير البترولي؛ ويمكن استعمال مذيبات أخرى؛ لكن المواد المُستعملة غالبًا هي الأثير البترولي والبنزين؛ كما تُعالج المُذيبات وتُنقي بحمض الكبريتيك؛ ثُم يُنتقل المُستخلص إلى جهاز استخلاص خاص له شكل أسطواني مُجهز بقاع إضافي تُوضع فوقه المواد الخام؛ حيث يدخل المُذيب للجهاز حتى يُلامس ويتغلغل مع المواد الخام؛ حتى تستنفذ روائح الأزهار؛ ويُزال المُذيب بعد ذلك من أجهزة الاستخلاص ويُقطر؛ وما يتبقى بعد تقطير المادة المُذيبة يكون في حالة جامدة.

ويُضاف الكحول لكي يُزيل شموع النباتات من المادة المُتجمدة؛ ثُم يُبرد المزيج ويُرشح لإزالة الشمع الباقي المُتجمد؛ ثُم تُقطر المُرشحة لاستخلاص العطر الجوهري؛

ويُلاحظ أن الزيت الناتج في الكثير من الحالات يكون محتويًا على كمية من المواد المُلونة؛ وذلك بتأثير المواد المُذيبة المُستعملة في استخلاص الزيت من الأزهار؛ ويُمكن إزالة هذه الألوان؛ إما بالتقطير مع شمع أبيض خال من الرائحة؛ أو بواسطة تعريض الزيت للأشعة فوق البنفسيجية. ومن أهم المذيباتً المستعملة مادة الهكسان والبنزين؛ والإيثير الكحولي.

عطر الورد

يُحضر بتقطير الأزهار وتشريب البُخار العطري لزيت خشب الصندل المحفوظ في القابلة التي تستقبل البُخار المُشبع بالزيت العطري؛ وتعتمد خواص العطر على كمية الأزهار المُستخدمة مع كمية معلومة من زيت خشب الصندل؛ ويُصنع أرخص أنواعه باستخدام زيت البرافين بدلاً من زيت خشب الصندل، وللحصول على كيلوجرام واحد من زيت الورد يلزم تقطير أكثر من ثلاثة أطنان من الأزهار؛ والورد عبارة عن شُجيرات تنمو في المناطق الجُغرافية المعتدلة المناخ في كلا نصفي الكرة الأرضية؛ ويتعدد استخدامه بتعدد الحاجة إليه؛ وسنشير هُنا إلى بعض الاستخدامات العلاجية والتي تتنوع بتنوع الأصناف العديدة للورد، والتي منها: الورد الدمشقي؛ والورد الهندي؛ والورد الأجهوري الأحمر الغامق **rosa centifalia**؛ **rosa gallica** وينتج من الورد ثلاثة أنواع من العطور هي: زيت الورد؛ وماء الورد؛ والبتلات المُجففة للورد.

ونحصل على زيت الورد بنقع البتلات في مادة زيتية ثُم يُستخلص منها الزيت بشكل عجينة أو مرهم عطري؛ أما ماء الورد فقد حُضِّر للمرة الأولي في القرن العاشر الميلادي في طريق آسيا الصُغرى؛ ثم شقت هذه الصناعة طريقها في أوروبا بدأ من بلغاريا عام 1760م؛ ثُم في الإمبراطورية العثمانية؛ وأخيراً فرنسا قبل قيام الثورة فيها... أما زيت الورد فهو عبارة عن مادة ذات لون أصفر يشوبه أحيانًا اخضرار؛ وله رائحة قوية جداًّ. وعندما يبرد يتخثر ويُشكل كُتلة طرية شفافة تقريبًا وتُصبح سائلة مرة أخرى عند درجة حرارة 36 م؛ كما أن تركيبه يختلف تبعًا للصنف الذي أُسْتُخدمَتْ أزهاره في عملية التقطير؛ وكذلك موقع نمو الشجيرات؛ فالأصناف التي تنتشر في المناطق الباردة نسبيًّا يحتوي زيتها على نسبة عالية من المواد الشمعية عديمة الرائحة؛ وعديمة القيمة؛ ولذلك يعمد صانعوا العطور إلى إزالة هذه المادة الشمعية؛ ثم يباع الزيت العطري الخالي من

المادة الشمعية تحت اسم زيت الورد الحر؛ أما المُقومات العطرية التي توجد في زيت الورد فهي مادة الجيرانيول ومادة السيترونيللول وتصل نسبة الجيرانيول في الزيت إلى 75٪ وهي مادة سائلة عديمة اللون لها رائحة تُشبه الورد؛ أما مادة السيترونيللول فهي مادة سائلة زيتية تصل نسبتها إلى حوالي 35٪؛ كما يُمكن أن تُستخدم مادة الجيرانيول المُستخلصة من هذه الزيوت في غش زيت الورد الحُر؛ أما البتلات المُجففة المأخوذة من الورد الأحمر الغامق rosa gallica فيُمكن صُنع شراب منها؛ كما تُضاف إلى المربات؛ هذا وتحتوي هذه البتلات على طعم قابض ينتج عن وجود حمض الجاليك؛ كما تحتوي أيضًا على بعض السكريات والمواد الصمغية والدهون. . . وقد استخدمت هذه البتلات منذ سنوات عديدة لخصائصها القابضة والمقوية خاصة في حالات نزف الرئتين والسعال؛ ولمعالجة أمراض الحلق والفم المتقرح؛ كما يُستخدم ماء الورد في تنكيه طعم الأدوية؛ ويُستخدم دُهن ماء الورد كمادة مُطرية للأيدي المُصابة بالتقشر؛ أو تطرية بشرة الوجه؛ كما أن البتلات مُفيدة في حالات الإسهال واضطرابات المثانة والكُلية.

زيوت الشعر المعطرة

تُصنع بطريقة التعطين؛ وتتم الطريقة بفرد أزهار الورد فوق بذور السمسم المغسول على عدة طبقات مُتعاقبة وبذلك يمتص السمسم المادة العطرية؛ وتزال الأزهار المُستنزفة من عطرها في اليوم التالي؛ وتُستبدل بها أزهار جديدة؛ وتكرر العملية عدة مرات حتى تتشبع بذور السمسم بالعطر؛ وبعد ذلك تُسخن البذور ويُصفى الزيت؛ ويُعبأ في أوعية خاصة؛ وترتبط جودة الزيت بكمية الأزهار المُستعملة؛ وعدد مرات الاستبدال.

المُذيبات والمُثبتات (الكحول والجلسرين)

أوسع المُذيبات استخدامًا في صناعة العطور هو الكحول الإيثيلي النقي والمُستخلص من تخمر وتقطير الحبوب النباتية (وقد يُحضر صناعيًّا)؛ ومن الخواص الطبيعية (الفيزيائية) لهذه المادة (في حالتها النقية) التي يجب أن نعرفها هو أن تركيزه يكون 99.87٪ (والباقي ماء)؛ وهو لا يحتوي من المواد غير الطيارة (التي تبقي كراسب بعد تبخره) أكثر من 25 جُزء من عشرة آلاف جُزء وزنًا؛ علمًا بأن هذه الدرجة من النقاوة

قد لا تُتاح في مصر ؛ ولكنها للاسترشاد عُمومًا ؛ وكُلما قلت النقاوة عن هذا المعيار كان له تأثيره العكسي على جودة المُنتج العطري ؛ وأقصى درجة من التقطير تُعطي تركيزًا كحوليًّا يصل إلى 96 ٪. ومن الطريف أن نعلم أن كلمة **alcohol** اللاتينية هي في الأصل الكلمة العربية "الكُحُل" ؛ فلما انتقلت هذه الكلمة لأوروبا بقيت تُطلق أولاً على كل مسحوق كيميائي عالي النعومة ؛ ثُم سرت إلى ما هو عالي التقطير حتى استقرت في النهاية كاسم لهذا المُركب الطبيعي ؛ وتُستخدم المُثبتات للتقليل من مُعدل التبخر أو التطاير للزيوت العطرية ؛ وعلو هذا المُعدل هو الذي يجعل العطر يفقد شذاه بمرور الوقت ؛ والتقليدي من هذه المُثبتات هو طبيعي المصدر نباتيًّا كان أو حيوانيًّا (مثل شمع النحل) ؛ ولكن حاليًّا تُستخدم بدائل اصطناعية يأتي الجلسرين على رأسها.

العطور المستخدمة في تعطير الصابون

يُعد الصابون من المواد الأساسية المُستخدمة في النظافة العامة ؛ وقد اقتضى ذلك تعطير هذا المادة بحيث أصبحت مسألة تعطير الصابون فنًّا قائمًا بذاته ؛ وخصوصًا الصابون المُستخدم في شئون التجميل ؛ ويحتاج هذا الفن إلى الدراية التامة بطبيعة الزيوت العطرية المُستعملة ؛ وكذلك معرفة التركيب الكيميائي لها ؛ كما يحتاج كذلك إلى وجود حاسة فنية خاصة حيث لا يصلح أي زيت عطري لتعطير أنواع الصابون المُختلفة ؛ فيوجد زيوت تتأثر بشدة بالمواد القلوية الموجودة في الصابون مما يُؤدي لتغير رائحتها وفسادها ؛ وكذلك لا يصلح أي عطر أن يُمزج مع عطر آخر حيث يُمكن حدوث ما يُسمى بعدم التوافق في التركيب الكيميائية مثل الهليوتروبين والفانيلين تكون هي السبب الرئيسي في تغير لون الصابون وتحوله إلى اللون الداكن بعد مرور فترة من الوقت على صُنعه ؛ وعلى ذلك يُضاف مواد عطرية إلى بعض المواد الأخرى لتُساعدها على الاحتفاظ برائحتها في الصابون لمُدة طويلة بدون أن تتلف أو تتغير ؛ وهي المواد المُثبتة التي أشرنا إليها خلال دراستنا للعطور المُختلفة ؛ ومعظم الزيوت العطرية المُستخدمة في تعطير الصابون ذات أصل نباتي ؛ كما أنها تكون غالبًا من أقسام الزيوت الطيارة أو البلاسم أو المواد الراتنجية ؛ ونحن لا ندعي أبدًا ثبات واستقرار أنواع التراكيب العطرية المُستخدمة مع أنواع الصابون المُختلفة ولكنها دائمة التطوير والتحديث والتجديد ؛ وسوف أشير إلى

بعض التراكيب التقليدية، والتي قد استخدمت كثيراً في العديد من أنواع الصابون المضغوط ولابد من مُلاحظة النقاط التالية : ـ

يجب مزج العطر مع الصابون قبل عرضه للاستهلاك بشهر على الأقل؛ كما يجب ألا تُضاف المواد العطرية الصُلْبة بحالتها الطبيعية؛ بل يجب إذابتُها قبل إضافتها إلى الكحول أو إلى العطور السائلة إن وجدت؛ وبعض الزيوت العطرية مثل الفانيلين تعمل على تغيير لون الصابون الأبيض إلى اللون الداكن؛ ويحدث هذا التغيير بسرعة في بعض الحالات؛ ولذلك يجب ألا تُضاف هذه العطور إلا لأنواع العطور الداكنة أو المُلونة؛ ثُم تنحل بعض الأسترات مثل البرجموت بتأثير المواد القلوية؛ ولذلك يجب عدم استعمالها إلا في الأصناف المُتعادلة مع الصابون؛ ومن المُفضل مزج العطر المُستخدم مع كمية قليلة من الفازلين؛ أو عجينة الصابون؛ ثُم تُمزج هذه الكمية بالصابون المطلوب تعطيره.

التعبئة والتخزين

يجب أن تكون أوعية التعبئة زُجاجات مُناسبة الحجم؛ جذابة الشكل واللون (مع مراعاة الابتعاد عن الألوان المُعتمة قدر الإمكان)؛ وكذلك التغليف الورقي لها؛ مع مراعاة أن تكون مُحكمة القفل؛ وتُحفظ في مكان جاف مُظلم؛ ما لم يكن تحضير العطر بناءً على الطلب للاستهلاك الفوري؛ كما يجب التنبه إلى عدم ملء العبوة الزجاجية لآخرها بالمُنتج العطري (ثلاثة أرباع أو أربعة أخماس سعة العبوة مُناسب جداً) وذلك كي يستطيع البخاخ المُثبت بها أن يعمل؛ أما بالنسبة للزجاجة غير المُثبت بها بخاخ فيُفضل أيضًا عدم امتلاء الزُجاجة لآخرها؛ وذلك حتى لا ينسكب العطر عند أول استخدام لها؛ كما يُراعي استخدام زجاجات عطر جميلة الشكل؛ وذلك لأن الزجاجة الجيدة مع العطر الجيد تعملان علي رفع الثمن الذي ستجنيه في النهاية؛ لذا فالزجاجة الرقيقة والجميلة هي أنسب زُجاجة لوضع العطر الجيد بها. . .

نصائح خاصة بالعطور

هذه النصائح إلي الشخص العادي المُستخدم للعطور؛ وأيضًا إلي التاجر المُصنع لهذه العطور؛ فهُما عُنصران أساسيان ومكملان في عملية إنتاج وتداول العطور؛ ونرجو أن يستفيد الجميع بهذه النصائح المهمة : ـ

1. يختلف الإحساس برائحة العطر من شخص إلى آخر فلا يعني إعجابك برائحة مُعينة أن يُعجب بها الآخرون؛ وذلك لحدوث تفاعلات مُعينة خاصة بكُل نوع من العطور مع الجلد؛ والتي تختلف من شخص إلى آخر.

2. يُنصح عند شراء العطر أن تضع القليل منه فوق الجلد واتركه لُمدة تتراوح من خمس إلي عشر دقائق ولا تكتفي بالشم من الزُجاجة وذلك نظرًا لوجود الكحول السريع التطاير الذي يُصَعِّب عملية تمييز الرائحة.

3. لاتقم بتجربة أكثر من نُوع عند قيامك بشراء عِطر مُعين؛ وذلك لأن الروائح تتشابه ولا يُمكنك تمييز أيٍ منها.

4. أنسب الأماكن من الجسم لوضع العطر لاختباره (شمه) هي بطن الرسغين (مكان النبض)؛ وبطن الكوع (من الداخل).

5. وفي هذا السياق ينصح الخبراء بعدم وضع العطر على الوجه؛ حيث تُعتبر بشرة الوجه حساسة جداً خصوصًا أن مُعظم العطور تحتوي على نسبة مُرتفعة من الكحول؛ لذلك يُفضل وضع العطر على الرقبة والصدر مع قليل منه على الشعر.

6. لدوام رائحة العطر يُفضل أخذ حمام في الفترة الصباحية عند الاستيقاظ من النوم؛ قبل وضع العطر.

7. لا تقم برش العطر على الشعر إلا إذا كان نظيفًا؛ وذلك لأن الزيوت التي قد تُوجد في الشعر يُمكنها تغيير طبيعة العطر.

8. الطريقة المثالية لرش العطر تتمثل في إبعاد زُجاجة العطر عن الجسم مسافة تتراوح بين اثني عشر إلى أربعة عشر سم والعبوة في وضع رأسي.

المُذيبات العضوية

كثيرًا ما نُشاهد قطعة من السُكر توضع في قدح من الشاي ثُم تختفي حتى صار هذا الأمر معتادًا عند الجميع، أما عندما يختبرنا أحدهم ويقول لنا أخبرنا عمّا حدث لقطعة السكر فإننا في الواقع لا نستطيع الإجابة عنه الإجابة العلمية؛ والواقع أن هذا الاختفاء أمر عجيب حقًّا؛ وتفسيره هو أن قطعة السكر قد تفتت إلي أجزاء مُتناهية في الصغر حتى تستطيع احتلال المسافات الخالية بين جُزيئات الماء الذي أُعدَّ به الشاي . . . وهذه العملية تُسمي "بالذوبان"؛ إذن فإننا نجد أن ماء الشاي هو "المُذيب" والسكر هو "المُذاب" والاثنان معًا هُما "المحلول" وأي مادة تذوب مثل السكر في أي مادة أخرى يُقال عنها "قابلة للذوبان" أما التي لا تختفي في المسافات التي بين الجزيئات فيقال عنها "غير قابلة للذوبان"؛ وقليل من الناس لا يدركون قيمة الذوبان ولا يعلمون أن انتقال الغذاء إلي خلايا النبات والحيوان لا تتم بغير الذوبان؛ لذا فالذوبان هو الدرس الأول في الطبيعة؛ كما أننا نجد أن للمُذيب دورًا فعّالاً في حياتنا العملية أيضًا؛ وفي البداية نتعرف علي أفضل المُذيبات الموجودة لدينا في الطبيعة؛ وإذا أمعنا النظر والبحث لنجد أن أفضل مذيب في الطبيعة هو الماء، كما أنه أكثر المذيبات انتشارًا في الطبيعة؛ كما توجد مُذيبات عديدة أُخرى يصلح كلٌّ منها لإذابة مادةٍ مُعينة؛ فمثلاً نجد الكحول؛ والكحول المحول (السبرتو) يُذيبان مواد عديدة لا يُذيبها الماء؛ كما تذوب الأصماغ في السبرتو وبهذه الطريقة يُصنع الورنيش؛ كما نجد أن المطاط يذوب في البترول؛ وفي البنزين ولكنه لا يذوب في الماء؛ ونجد أن هذه الحقائق هي الأساس اللازم لصنع كثير من الأقمشة التي لا ينفذ منها الماء وذلك بإذابة المطاط في البنزين ثُم يُطلي القماش بالمحلول فإذا ما تبخر البنزين ترك طبقة رقيقة من المطاط تجعل القماش المطلي غير منفذ الماء؛ وهذا المحلول نفسه هو الذي تُعالج به الثقوب التي تحدث في إطارات السيارات أو مثانة كُرة القدم؛ وننتقل إلي شيء آخر فمثلاً نجد أن الدهون لا تذوب في الماء ولكن هناك سوائل عدة تُذيب هذه الدهون بسهولة؛ فمثلاً إذا انسكب شيء من الدهن علي قميصك فإنك تجد أن أفضل وسيلة لإزالة تلك البُقعة الدُهنية هو البنزين؛ كما يُزيل البنزين بقع الشمع في سرعة؛ وكذلك يفعل الأثير؛ وكثيرًا ما يُستخدم الأثير لتنظيف الملابس مما بها من البقع الشحمية والشمعية؛ وهُناك تحذير مهم وهو عدم الاقتراب من أي مصدر للنار أو اللهب أثناء التنظيف.

والبترول أيضًا مُذيب بديع ، وكذلك الكيروسين إذ يُذيب كلاهما الزيوت في سهولة ويُسر ؛ كما ويُمكن الحصول علي التربنتينا المعروفة منذ عصر الكيمياء القديمة من صمغ شجر الصنوبر ؛ وهي مُذيبة جيدة للزيوت ؛ ولذا يستعملها الرسام لتخفيف ألوانه الزيتية حتى يستطيع نشرها في يُسر بفرشاته .

تجارب مُفيدة على المُذيبات

أنسخ صورك المحبوبة بالمُذيبات العضوية

صديقي المبتكر إليك طريقة بسيطة لنسخ صور الجرائد بدون استخدام ماكينة تصوير ؛ واتبع الخطوات التالية لنسخ الصورة وطبعها بصورة سليمة : ـ

أولاً: ستحتاج إلي كوب زُجاجي فارغ ؛ وضع فيه ملعقتين من الماء ؛ وملعقة من زيت التربنتينا ؛ وملعقة من أي مسحوق غسيل ؛ ثُم رُج هذا الخليط جيدًا .

ثانيًا: احضر أي صورة من الجرائد ؛ وانثر عليها كمية من المزيج السابق .

ثالثًا: احضر ورقة بيضاء وضعها فوق الصورة واضرب عليها برفق بمسطرة ملساء .

رابعاً: ارفع الورقة البيضاء بعد فترة بسيطة تجد أنها أصبحت صور طبق الأصل من الصورة الموجودة في الجريدة .

تفسير ذلك: ـ

يُكون المزيج السابق من زيت التربنتينا مع المُنظف الصناعي مُركبًا ينفذ إلى الجُزيئات المُكونة لحبر الطباعة بالجريدة ؛ فتُحوله إلى سائل فيلتصق جزء منه في الورقة البيضاء التي وضعتها ؛ وبتمريرك المسطرة الملساء عليها يلتصق تمامًا عليها وتخرج صورة مشابهة تمامًا للصورة الموجودة بالجريدة .

ملحوظة: هذه الطريقة لا تصلح إلا في نقل الصور الموجودة في الجرائد ؛ أما بالنسبة للمجلات الموجود فيها صور لامعة فتحتوى على طبقة ورنيش لامعة يصعب ذوبانها بهذه الطريقة .

اصنع الصابون المعطر

أولاً: أحضر كمية كبيرة من بواقي الصابون من أي نوع؛ وضع هذه البواقى في إناء مُناسب؛ ثُم أضف إليها 5 ٪ جليسرين؛ فإذا وضعت 100 جرام من بواقي الصابون فأضف إليها 5 جرامات جليسرين.

ثانيًا: ضع قليلاً من الماء مع قدر مُناسب من العطر الذي تُحبه.

ثالثًا: أحضر إناءً آخر واملأه بالماء وارفعه على النار؛ واحضر الإناء الأول وضعه في داخل الإناء الثاني؛ وقلب الصابون مع الإضافات التي وضعتها حتى يُصبح كالمعجون.

رابعًا: ارفع الإناء بما يحوي من النار؛ وصُب محتوياته في قوالب بلاستيكية أو حديدية مُناسبة؛ وذلك حتى تحصل على شكل الصابون المألوف الذي اعتدنا عليه.

خامسًا: انتظر فترة من الوقت حتى يجف الصابون؛ ثُم استخرج كُل صابونه من قالبها؛ وعندها تكون قد حصلت على الصابون من بواقي الصابون.

تفسير ذلك:-

عندما تضع الصابون على النار كما سبق شرحه فإنك تعمل على تفككه وانصهاره؛ وبالتقليب تعمل على دمج كُل هذه البواقي بعضها في بعض مما يُودى في النهاية إلى وجود عجينه واحدة ومُتجانسة من البواقي؛ وبالتالي تحصل على صابون جديد وجيد وصالح للاستعمال.

الكيمياء الذكية والبلاستيك الذكي

أعتقد أن شكل عالمنا كان سيكون قبيحًا لو لم يُخترع البلاستيك؛ ويرجع الفضل في هذا لعلم الكيمياء الذي أعاد تشكيل هيئة وشكل عالمنا بإنتاجه مواد ومُركبات جديدة غيرت وجه العالم بصورة غير مسبوقة؛ والعديد من هذه المواد والمُنتجات الكيميائية الجديدة هي أعاجيب علمية وتكنولوجية بكل ما تعنيه الكلمة من معني؛ فقد حولت مواد وأشياء تقليدية وشائعة الاستخدام في حياتنا اليومية مثل الخزف من مُجرد مادة لصُنع فناجيل القهوة العربية أو أكواب النسكافيه الإيطالية إلى مادة فائقة التوصيل

للكهرباء وتدخل في صناعة الحاسيات الآلية ؛ وكمثال نموذجي لهذه المُنتجات الكيميائية الذكية والعجيبة سوف نُلقي الضوء على التطورات الحديثة التي رافقت علم البولمر والبلاستيك الذي هو أعجوبة وآية الزمن الحالي دون نقاش ؛ وباستناد الكيمياء إلى هذه الدعامة البلاستيكية الراسخة نستطيع وبكل ثقة أن نُصحح المعلومات الثقافية لشاعر النيل شوقي الذي قال :

لكل زمان مضى آيه ....وآية هذا الزمان الصحف ..

فإذا كانت آية زمانك الغابر يا أمير الشُعراء الصُحف الورقية ؛ فإن آية زماننا الحاضر التحف البلاستيكية المُتنوعة الأشكال والخواص والذكاء.

ومرت قصة تطور البلاستيك عبر سلسلة من الأقدار البديعة والفرائد التاريخية التي لا تخلو من بعض الدروس والفوائد التربوية والتعليمية ؛ فبهذه الأقدار الحكيمة تمت الاكتشافات والاختراعات العلمية المُتنوعة ؛ وهو الشيء الذي سنلحظه بشكل مُتكرر ومُلفت للنظر عند تتبع تاريخ تطور علم البولمرات (البلاستيكات) ابتداءً لاكتشاف Goodyear لعملية فلكنة المطاط الطبيعي ومروراً باكتشاف النايلون والتفلون واختتامًا (حتى اختراع آخر) باكتشاف البلاستيك (البوليمر) الموصل للكهرباء وكذلك البولمر المُشع للضوء.

وشاء الله أن يمنح للبشرية هبة عظيمة ألا وهي البلاستك فاباالجهد المُضني من البحث والرصد واليقظة ؛ وبموهبة العالم وملكة البحث عنده كي يستطيع من خلالها أن يقتنص وينتهز الفُرص المُثمرة أثناء تأديته لعمل روتيني تقليدي يمكن أن يتحقق الاكتشاف ؛ ولهذا يقال إن سقوط التفاحة أوحى لنيوتن بنظرية الجاذبية بينما لو حصل الأمر لبعض الخاملين لم يوح له ذلك بأي شيء غير أن موعد الغداء قد حان.

وحدث هذا مع ألكسندر فلمنج الذي لم يتخلص من طبق البكتيريا المُلوث بالفطر وهو حزين من تجربة فاشلة أخرى ولكن بدلاً من ذلك اقتنص الفُرصة السانحة ووظف ملكته وموهبته الاكتشافية ليتوصل إلى اكتشاف البنسلين ؛ فكما يُقال إن الطريقة العلمية تبدأ بالفضول المعرفي الذي يُؤدي إلى مجموعة من المُلاحظات والمُشاهدات ؛ ومن ثم يأتي دور الذهن المُتأهب واللمّاح الذي ينتج عجائب الاكتشافات من أمر تافه غير ذي بال

يُعده غالبية البشر استثناءً وشذوذًا أو تجربة فاشلة مكانها الطبيعي دائرة النسيان و مزبلة التاريخ.

وسبق الإشارة إلى أن عددًا من مُكتشفات عالم البولمر تُعتبر مثالاً نموذجيًا لفكرة التلازم بين المصادفة والتوفيق؛ وبين ملكة استثمار الفُرص السانحة؛ وفي الواقع أنه في حالة علم البوليمرات نجد هذا التلازم المُثمر قد يعود في أقل تقدير إلى ما يزيد على القرن والنصفَ من الزمن عندما أنتج العالم السويدي **Schoenbein** وبطريق المصادفة المُجردة مُركب النيتروسيلولوز عندما سكب محلول النيتريك المُركز عن طريق الخطأ على طاولة المطبخ؛ وفي عجاله من أمره مسح الحمض المسكوب بممسحة ومنشفة من القُطن ليكتشف فيما بعد أنه بعمله هذا في الواقع قد حول وعدل مُركب السيلولوز الذي هو بولمر طبيعي كما هو معروف إلى مُركب جديد ذي خواص غريبة من أهمها أنه سريع الاشتعال؛ بل ويُمكن تحويله إلى مواد شديدة الانفجار؛ وذلك لأن صناعة المُتفجرات والبارود كانت مُغرية جدًّا من المنظور المالي؛ ولذلك لم يلتفت هذا العالم إلى الخواص الأخرى لهذا المُنتج الجديد كالمرونة والتمغنط؛ ومر وقت طويل يزيد على سبعة عقود ليثبت البلاستيك أهميته التنافسية مُقابل المُتفجرات؛ وذلك عندما غيرت شركة **Du Pont** اهتمامها من صناعة البارود (التي بدأها مُؤسس الشركة **Du Pont** الفرنسي الأصل) إلى شركة عملاقة كانت انطلاقتها الحقيقية باكتشاف **Carothers** للنايلون الذي يُعد من باكورة البولمرات الصناعية؛ ومن ذلك نستفيد أن العالم النبيه لا يحتقر الأمور الصغيرة والجانبية في بحثه فقد يدور الزمان دورته وتكون هي بعينها سر النجاح والثروة.

والجدير بالذكر أنه أثناء ما كان العالم السويدي **Schoenbein** يُثير الفوضى بمطبخ منزله بإهماله المُزدوج من وضع ومن سكب حمض أكّال على طاولة الطعام كان مُخترع أمريكي آخر يُدعى **Charles Goodyear** قد خرج للتو من السجن بسبب ديونه المُتراكمة ليشغل نفسه لسنوات طوال في مُحاولة تحسين خواص المطاط الطبيعي؛ وفي أحد الأيام وعن طريق الإهمال أسقط **Goodyear** قطعة من المطاط الطبيعي الخام مع الكبريت في موقد حار بالمطبخ؛ وعندما أزال **Goodyear** المطاط من الموقد لاحظ أنه ما زال مرنًا الشيء الذي يفتقده المطاط الطبيعي عند التسخين؛ وهكذا تم اكتشاف عملية فلكنة **Vulcanization** المطاط الطبيعي؛ والطريف حقًّا أن هذا التاجر التعيس عندما

حاول أن يستثمر براءة الاختراع هذه بإنشاء مصنعين للمطاط في بريطانيا وفرنسا لم يُحالفه النجاح وأفلس وحُبس للمرة الثانية في فرنسا حتى يُسدد ديونه؛ وبهذا اختتم حياته وهو غارق في الديون والفقر؛ والقصة لم تنته هُنا؛ فكما هو معلوم فإن اسم Goodyear لا يزال محفوظًا حتى اليوم حيث اشترت إحدى الشركات الأمريكية اسم هذا التاجر المُفلس ووظفته في عمليتها التسويقية الناجحه التي أفرزت شركة ناجحة ومُتخصصة في صناعة المطاط وإطارات السيارات؛ وهنا الدرس الثاني أن الحظ يأتي مرة واحدة وكما قيل: ليس لأحد حظ كُل يوم؛ فكما لا يجتمع سيفانِ في غمد فكثيراً ما يكون الباحث الفذ إداري وتاجر فاشل.

من جانب آخر يُقال إن الرجال المحظوظين لا يحتاجون إلى النصيحة؛ وهذا القول قد يُصدقه الواقع؛ فالرجل الذي لا يُحالفه النجاح قد يُعاني الشقاء حتى وإن كان من أذكى الناس؛ وللتدليل على ذلك لك أن تعلم أن فكرة وجود مُركبات عضوية طبيعية أو اصطناعية كبيرة الحجم جداً large molecules مثل البلاستيك أو المطاط الطبيعي لم تكن مقبولة بل ومُستهجنة حتى العشرينيات الميلادية من القرن العشرين؛ وفي الحقيقة هذا كان حال الكيميائي الألماني Staudinger الذي لم يكن النجاح قد ابتسم له بعد؛ والذي كان أول من طرح احتمالية وجود مثل هذه الجزيئات العملاقة؛ فقد واجه انتقاد شديدًا ومريرًا من المُجتمع العلمي والأكاديمي وصل إلى درجة حرمانه من الدعم المالي لإجراء أبحاثه المشكوك فيها؛ ولكن هذا العالم الألماني لم يلق لهذا التخذيل بالاً واستمر في أبحاثه حتى أثبت أن البولمر في الواقع هو عبارة عن جُزيئات ضخمة مما أهله فيما بعد لأن يكون أول كيميائي يحصل على جائزة نوبل في الكيمياء في مجال كيمياء البولمرات؛ وحتى نخلص إلى الدرس التالي يحسن أن نُذكر بالحادثة المُشابهة التي وقعت لعالم ألماني آخر هو Vant Hoff الذي نشر وهو بعد في سن الـ 25 سنة من عُمره مقالة صغيرة يُقرر فيها لأول مرة أن ذرة الكربون تأخذ شكل الهرم رباعي الوجوه؛ والمُؤسف حقًا أن هذه الفكرة المُبدعة واجهت نقدًا قاسيًا جداً من عالم كيميائي مُتمكن وقال إن هذه الدراسة ما هي إلا هلوسة علمية وهراء؛ والمعلوم أن هذا الهراء وغيره من الأبحاث قادت فانت هوف لاحقًا لأن يكون أول كيميائي على الإطلاق يحصل على جائزة نوبل في الكيمياء عام 1901م؛ ومن هنا خرج البلاستك للدنيا وشاع استخدامه.

ولذلك نخلص إلي الوصية المُخلصة التي تحثك علي أن تُدافع بثقة عن إنتاجك وأفكارك العلمية ؛ أما إذا وجهت بالنقد الجارح فعزٍّ نفسك بقول المُتنبي : ـ

وكم من عائبٍ قولاً صحيحًا ....وآفته من الفهمِ السقيمِ . .

البلاستيك الموصل للكهرباء

حتى عقود قليلة مضت شاع عن البلاستيك أنه مادة عازلة للتوصيلية الكهربائية ؛ وهذا الاكتشاف الذي يجمع النقيضين العزل والتوصيل في مُركب واحد سيفتح مجالاً واسعًا لتطبيقات واستخدامات مُتباينة للبلاستيك ؛ وتتويجًا لهذا الاكتشاف التاريخي مُنح ثلاثة كيميائيين جائزة نوبل قبل ستين لاكتشافهم المُذهل هذا ؛ وهذه المُعجزة تمت أول الأمر باستخدام بولمر عديم الفائدة التطبيقية **Polyacetylene** وعن طريق التحكم في ظروف بلمرته تم التحكم في الوجود الفراغي للروابط الكيميائية المُزدوجة لتصبح في الوضع **cis** بدلاً من الوضع **trans** ؛ وبهذا أمكن للبولمر الجديد أن ينقل التيار الكهربائي ؛ وهذه المُناورة الكيميائية البسيطة مكنت من تطبيقات صناعية كانت تُعد ضربًا من الخيال مثل إنتاج بطاريات بلاستيكية خفيفة الوزن بديلاً عن تلك المعدنية الثقيلة الوزن ؛ وبهذا جُعلت هذه البطاريات المُطورة والخفيفة الهواتف النقالة حقيقة ماثلة للعيان.

وهذا النوع من البلاستيك يدخل كذلك في تصنيع شريحة الاتصال للهواتف النقالة ؛ وهي كذلك أساس عمل بطاقات الصرف البنكية ؛ وما شابهها من البطاقات الشخصية ؛ كما يُستخدم هذا البلاستيك كذلك في صناعة أشباه الموصلات ؛ وهي عصب أجهزة الحاسب الآلي الحديثة ؛ كما يُستخدم أيضًا في بعض أجهزة إصدار أشعة الليزر.

وبهذه التقنية الفريدة أمكن إنتاج ما يُعرف بنوافذ المباني الذكية **Smart Windows** المُكونة من زُجاج مُغطى بطبقة بلاستيكية خاصة تُغير من شفافيتها عند مرور تيار كهربائي ؛ لذا فإن هذه النوافذ في الأيام المُشمسة تكون داكنة اللون مما يُساعد علي تقليل أشعة الشمس والحرارة ؛ هذا خلاف الجديد الذي يخرج إلينا كُل يوم .

ولقد أعلنت الأكاديمية الملكية السويدية للعلوم في ستوكهولم أن الأمريكي "ألان هيجر" والنيوزيلندي "ألان ماكديارميد" والياباني "هيديكي شيراكاوا" فازوا بجائزة نوبل للكيمياء لعام 2000م؛ واقتسموا قيمة الجائزة التي تبلغ نحو مليون دولار لتطويرهم نوعًا من اللدائن المُتبلمرة الموصلة للكهرباء؛ فما أهمية هذا الاكتشاف؟

تبرز أهمية هذا الاكتشاف بداية في تغيير المألوف؛ حيث يُعرف البلاستيك أساسًا بأنه غير مُوصل للكهرباء؛ ولذلك جرت العادة في استخدامه كعازل للأدوات والأجهزة والآلات المُوصلة للكهرباء؛ ولكن "هيجر" و"ماكديارميد" و"شيراكاوا" طوروا في أواخر السبعينيات بوليمرات موصلة للكهرباء؛ لتُصبح مجال بحث مُهم لخبراء الكيمياء والفيزياء.

و"شيراكاوا" هو أول ياباني يفوز بجائزة نوبل مُنذ عام 1987؛ وكان يبحث في مجال البوليمرات في أوائل السبعينيات؛ في حين كان "ماكديارميد" النيوزيلندي المولد الذي حصل على الجنسية الأمريكية و"هيجر" يعملان في المجال نفسه؛ ثُم تعاون الثلاثة معًا في أبحاثهم؛ ولهذا الاكتشاف استخدامات عملية مُهمة؛ إذ إن البلاستيك الموصل للكهرباء يُمكن استخدامه في أفلام التصوير وفي عوازل شاشات الكمبيوتر وفي تصنيع الخلايا الشمسية والتليفونات الخلوية وشاشات التلفزيونات الصغيرة.

البلاستيك المضيء ليلاً

اكتشف العُلماء مادة بلاستيكية جديدة مصنوعة من مُركبات كيماوية "بي. بي. في" تُسمى البوليمرات المُضيئة؛ وهي التي تُعطي إشعاعات واضحة للعيان عند مرور تيار كهربائي فيها؛ ويُمكن تحويل مادة البوليمر إلى طبقات خفيفة جداً مما يجعلها ذات استخدامات مُتعددة مثل صناعة شاشات التلفزيون أو الكومبيوتر؛ كما يُمكن طيها وحملها في حقيبة يدوية؛ أو في صناعة هواتف نقّالة رخيصة الثمن؛ وعند شحن الملابس المصنوعة من هذه المادة بالطاقة الكهربائية تتحول إلى ما يُشبه شاشة عرض سينمائية.

وقد اكتشفت مادة البوليمر هذه لأول مرة قبل 10 سنوات من قبل ثلاثة عُلماء في جامعة كمبريدج الذين سُرعان ما سجّلوا براءة اختراعهم عندما رأوا الإمكانات الهائلة لاستخدامات هذه المادة البلاستيكية.


شكل البلاستيك المضيء ليلا

وأسس العُلماء شركة تطوير وبحوث أطلقوا عليها اسم تكنولوجيا كمبريدج للعروض بدعم مالي من فرقة "جنيسيس" ؛ وهي إحدى فرق موسيقى البوب الإنجليزية ؛ وطوّر العُلماء أيضًا مرآة عجيبة مصنوعة من طبقات رقيقة من المادة البلاستيكية الجديدة ؛ يقولون إنها من أكثر المرايا إضاءة وانعكاسًا ؛ ويعتقد العُلماء أن للمرايا الجديدة قابلية عكس موجات ضوئية مُكبرة جداً تصل إلى 99 بالمائة من الضوء الذي يرتطم بها ؛ كما يعتقد العُلماء في شركة "إم ثري" في ولاية مينوسوتا الأمريكية أن المادة الجديدة التي تدخل في صناعة المرايا هذه ستُحسن من أداء العديد من الأجهزة مثل شاشات الكومبيوتر ؛ وتطور أنواعًا جديدة من مواد التجميل والزينة.

المضاد الحيوي البلاستيكي

سُرعان ما تطورت الأبحاث العلمية التكاملية ؛ وتلاحقت لتشمل فيما تشمل ثورة علمية جديدة تعتمد على نظرية العُلماء الحاصلين على جائزة نوبل في الكيمياء ؛ لتنتج أنواعًا جديدة من البوليمرات تطرد الجراثيم وتُحارب السرطان وتُصلح الأعصاب التالفة.

ورغم تميز الموضوع بطابع من الغرابة والإثارة ؛ فإنه يحمل آمالاً علاجية للكثير من البشر ؛ ومن المُمكن أن يُحدث ثورة تكنولوجية غير مسبوقة في باكورة الألفية الثالثة ؛ وتمثل هذا السبق العلمي في عدة أبحاث هامة ؛ نوقشت في الاجتماع السّنويّ الذي عقد مؤخرًا للجمعية الكيميائيّة الأمريكية ؛ تتحدث عن استخدام جديد للبلاستيك في مجال الدواء.

وأظهرت بعض الأبحاث المُقدمة في المؤتمر الذي حضره حوالي 20.000 عالم؛ وصفًا لمجموعة من البوليمرات الجديدة المُبتكرة؛ من المُمكن أن تُساعد في علاج سرطان المبيض؛ وفي الشفاء من الإصابات؛ وتجدّد الأعصاب التالفة.

وعلى سبيل المثال؛ البحث المُقدم من "شارلز كاراهر" و"ديبورا سيجمان" من جامعة فلوريدا أتلانتيك يُعرض لكشف حديث عن مُعالجة سرطان المبيض بنوع مُعين من البلاستيك؛ والبلاستيك المُستخدم عبارة عن نوع من البوليمر يحتوي على دواء مضاد للبكتريا (**Cephalexin**) ومعدن القصدير؛ وأظهر هذا الخليط فاعلية شديدة ضدّ بعض الخطوط الخلوية المُنماة في الأنابيب والمُستأصلة من جسد اثنتين من المرضى بسّرطان المبيض؛ وبعد أن فشلت جميع مُحاولات العلاج الإشعاعي والكيميائي في القضاء على هذه الخلايا؛ وعلى الرغم من صعوبة الوصول لتفسير علمي واضح لهذه الظاهرة؛ فإن النتائج الأولية كانت مُبهرة للغاية فقد ثبت البوليمر المُستخدم نموّ كلا الخطّين الخلويين؛ في الأول كانت نسبة تثبيط الانقسام الخلوي حوالي 97 في المائة؛ وفي الثاني حوالي 80 في المائة؛ وأظهرت التجارب أن تضمين المعدن مع البوليمر يبدو حاسمًا للغاية؛ والآن يتم اختبار أنواع أخرى من المعادن مع البوليمر مثلاً الزّرنيخ والبزموت؛ وفي مُستهل تعليق "كاراهر" على البحث المُقدم منه قال: " إن هذا العلاج لا يُشكل مُعجزة علاجية مُطلقة؛ ولكنّ أكسير البوليمر ـ سيفالين (**polymer-cephalexin**) هذا قد يكون مُرشّحًا جيدًا كدواء للسرطان.

وأبرز بحث آخر، قُدم في المُؤتمر، بعض الآثار العلاجية لنوع آخر من البلاستيك؛ وقام بهذا العمل فريق من مُختبر "كريستيني شمدت" في جامعة تكساس؛ حيث قام هذا الفريق بتطوير بوليمرات جيدة التوصيل للكهرباء؛ وبخلط بعض هذه البوليمرات مع جُزيء سكّر؛ وهو نوع من السكر الطبيعي الموجود في الأوعية الدّمويّة ومُعظم أنسجة الجسم يُستحث النمو الجديد للأعصاب الطرفيّة التالفة.

ولم تتأكد فرضية شمدت العلاجية حتى الآن ؛ ولكن الاختبارات الإكلينيكية قد بدأت على الفور ؛ وإذا نجحت هذه الأبحاث في تحقيق أهدافها فمن المُمكن أن تُشكل حدثًا إكلينيكيًا مهمًا ؛ حيث إن الأسلوب الوحيد المعمول به حاليًا لإصلاح الأعصاب التالفة يتم عن طريق نقل الأعصاب السليمة من مكانٍ آخر في الجسم ؛ ويعمل علاج "شمدت" كما يلي : ـ


شكل البوليمر الموصل للكهرباء

تُصنع فجوات على هيئة قناطر في العصب التالف عن طريق استخدام أنابيب جوفاء صُنعت من بوليمر البلاستيك المُضاف إليه السكّر ؛ ويتكسر السكر في المكان المُناسب ببطء ؛ ليكون بعض المُنتجات الأيضية (angiogenetic byproducts) ؛ وهذه الموادّ من المُمكن أن تُشجّع نموّ الأوعية الدّموية ؛ وتُساعد هذه الأوعية الدموية الجديدة العصب على أن يبدأ في النمو مرة أخرى بداخل الأنبوب الذي يتحلّل بعد فترة من 2 إلى 6 أسابيع ؛ ولا يُعد بوليمر "شمدت" المادّة الصّناعيّة الأولى المُختبرة في هذا المجال ؛ ولكن هذا البوليمر يُعتبر بحق هو الأوّل الذي يُساعد على رتق العصب وإصلاحه ليعود لتأدية وظيفته بلا أية مُضاعفات .

وتُعتبر الأبحاث الجارية الآن إضافة مُستحدثة أخرى نقلت إلى بعض أنواع البلاستيك القُدرة لقتل بعض مُسببات المرض كالبكتريا بمُجرد التلامس ؛ كما يُمكن إنتاج أنواع كثيرة لا حصر لها من البلاستيك المُضاد للبكتريا بإضافة أنواع من المُضادات الحيوية ؛ أو من المُطهرات ؛ للبوليمرات البلاستيكية ؛ وتُفيد هذه الإضافة في التطبيقات التي تحتاج المُعالجة لفترات مُستمرة ؛ حيث يُحرّر البوليمر المواد العلاجية على فترات طويلة نسبيًا ؛

وسُرعان ما ظهرت تطبيقات كثيرة في هذا المجال؛ مثل: تصنيع فرش الأسنان المُبيدة للجراثيم؛ والمحارم؛ ولعب الأطفال؛ ولكن يعيب هذه الطريقة أن هذه المُنتجات تفقد فاعليتها ببطء بمرور الوقت.

وسرعان ما ظهر الحل للمُشكلة السابقة في نفس المؤتمر؛ حيث عُرض بحث آخر فيه بعض التطبيقات المُنافسة باستخدام نوع من المطّاط المُضاد للميكروبات؛ وقام به "ديفس ورلى شلبى" من جامعة أوبرن؛ والذي يعمل على تخليق طريقة جديدة كلية باستخدام المطاط ذي الطاقة الهائلة المُتجددة للتخلص من الجراثيم؛ وبالإضافة إلى ذلك فلهذا المطّاط قُدرات غير مسبوقة لقتل البكتيريا والفيروسات والفطريات أيضًا. ولهذا التطبيق الأخير مدى أوسع من التطبيقات المرتقبة لهذه التقنية؛ مثل: تصنيع الكثير من الإمدادات الطبية كالقفّازات والمرايل والقساطر (جميع قسطرة) والعوازل الطبية المطّاطية التي تستطيع أن تمنع بسهولة انتشار الأمراض التّناسليّة إلى تصنيع البضائع الاستهلاكيّة المُتضمّنة أوعية الطعام وزجاجات تغذية الأطفال الرضع.

وحضّر " ورلى " المادّة بإدخال مجموعات N-halamine إلى بوليمر من جزيئات البوليستيرين ليشكل مطاطًا كالمستخدم في محو الكتابة بأقلام الرصاص (يحتوي على مُستقبلات N-halamines المُرتبطة بذرّات الكلور الذي يقتل الميكروبات والجراثيم في حالة الاتّصال المباشر.



وعلى الرّغم من أنّ ذرّات الكلور في هذا النوع من المطّاط تُستنفد ببطء؛ فإنه من الممكن تجديد نشاطه أيضًا بعد انتهاء مفعوله بوضع المطاط السابق استخدامُه في أي محلول كمحلول الكلور المُبيضّ المُستخدم في غسيل الملابس؛ ولقد لاحظ "ورلي" أن زيادة مجموعات الـN-halamine المُضافة للمطاط تُزيد من قُدرة المطّاط على تسديد ضربات أقوى للجراثيم والميكروبات؛ ومن هُنا يُمكن التحكم في كمية هذه المادة الكيميائية للوصول إلى التطبيق الأمثل لاستخدام ما.

وتُعد هذه التكنولوجيا الأخيرة هي الأكثر قُربًا للتطبيق العملي والإنتاج التُجاري؛ فقد قدّم " ورلي " طلبًا للحصول على براءة اختراع عن المطّاط المُضاد للميكروبات؛ وتبنت مؤسسة هالوسورص من سياتيل الإنتاج التجاري والترويج لهذا المطاط؛ كما قررت هذه المؤسسة إنتاج أنواع كثيرة من البلاستيك والملابس والمطاط المُحتوية على N-halamines. ؛ وقد بات واضحًا للعيان أن كثيرًا من أنواع البلاستيك العلاجي الجديد الأخرى مقبلة في الطريق؛ وعلى الرغم من أن هذه التقنيات ما زالت في مهدها؛ فإنها ستبلغ بشكل أو بآخر سن الرُشد عما قريب.

وأظهرت الخلايا العصبية المفردة نمواً ملحوظًا في وجود البوليمر الموصل للكهرباء؛ وتُعتبر هذه المادة هي الأولى من نوعها التي تستحث مثل هذا النمو؛ والأنبوب البلاستيكيّ الموصل للكهرباء يُساعد على التئام الأعصاب الطرفية التالفة؛ كما يحث السكر المخلوط مع البلاستيك على تجدد نمو الوصلات العصبية؛ ثُم يذوب الأنبوب في نهاية المطاف.

وهكذا رأينا قطرات قليلة من بحر كبير اسمه البلاستيك؛ فمن يدري ما الجديد الذي ستصل إليه هذه المادة... الله وحده يعلم؛ وبالطبع كُل هذا يكون في صالح البشرية كُلها؛ وفي صالح تطور الحضارة وتقدم الإنسان.

كيف تصنع مادة مطاطية في البيت...؟!

قد يحتاج الواحد منا إلى لعبة مسلية وطريفة يلهو بها في أوقات فراغه ويُشكلها كما يشاء؛ وإليك لعبةً طريفة وجميلة تستطيع القيام بها كما يلي: ـ

ضع كمية مُناسبة من اللبن الطازج في وعاء وارفعه على النار؛ واتركه فترة حتى يسخن وترتفع طبقة عالية منه؛ ثُم أطفئ النار؛ واترك اللبن فترةً ليبرد؛ ثُم اكشط الطبقة الدهنية التي تكونت على السطح؛ وأضف لهذه الطبقة المكشوطة من اللبن بعض قطرات الخل قطرة... قطرة... وانتظر لفترة أخرى؛ وستجد أنه قد تكونت لديك مادةً مطاطيةً بيضاء تستطيع استخدامها في اللعب مع الأصدقاء.

تفسير ذلك: ـ

الخل هو حمض اسمه علميًّا حمض الخليك؛ ويتفاعل مع الطبقة الدهنية للبن عندما يُضاف إليها؛ ويكونان معًا هذه المادة المطاطية الصالحة للتشكيل.

فهرس المحتويات

بداية علم الكيمياء 9

باطن الأرض وعلاقته بالكيمياء 11

اختراعات كيميائية عظيمة قام بها القدماء 13

الذرة وبناؤها 15

تعريف العنصر 19

تعريف المركبات 20

كيف كان الكيميائي القديم يتعرف على مركباته؟ 20

الصدأ 24

طبيعة الصدأ (التآكل) 24

تجربة تبين مُسبب الصدأ 26

الأحبار السرية 26

الأدوات المستخدمة في الكتابة 27

كيف تكتب رسالة بالحبر السري؟ 31

احتياجات أمان عند تخزين وحفظ المواد الكيميائية 31

احتياجات الأمان عند التعامل مع المحاليل والسوائل الكيميائية 34

رموز المواد الكيميائية الضارة والخطرة في مُختبر الكيمياء 39

العطور الطبيعية والصناعية 39

بداية صناعة العطور الصناعية 40

صناعة العطور من المواد الطبيعية 42

الخامات النباتية لصناعة العطور 44

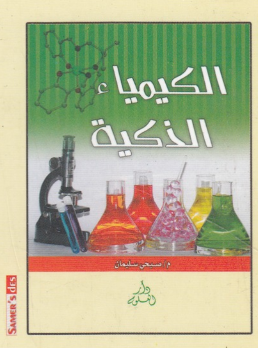
الخامات الحيوانية لصناعة العطور 45

الخامات الصناعية لصناعة العطور 45

أسس صناعة العطور 45

طرق سهلة لتحضير العطور 46

طريقة التقطير	47
حالة المواد الخام المستخدمة في التقطير	49
المواد الأروماتية ذات المنشأ الطبيعي	50
طريقة التقطير المائي	51
طريقة العصر	52
طريقة الاستخلاص بالإسفنج	53
طريقة التعطين (الاستخلاص الدهني الساخن)	55
عطر الورد	56
زيوت الشعر المعطرة	57
المذيبات والمثبتات (الكحول والجلسرين)	57
العطور المستخدمة في تعطير الصابون	58
التعبئة والتخزين	59
نصائح خاصة بالعطور	60
المذيبات العضوية	61
تجارب مُفيدة على المذيبات	62
اصنع الصابون المعطر	63
الكيمياء الذكية والبلاستيك الذكي	63
البلاستيك الموصل للكهرباء	67
البلاستيك المضيء ليلاً	68
المضاد الحيوي البلاستيكي	69
كيف تصنع مادة مطاطية في البيت؟ !	74




ISBN 977-380-292-0
9 789773 802920

دار العلوم للنشر - القاهرة
www.dareloloom.com

